XA
.R483

Per. 4
Vol. 30
1910

THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PRO SCIENTIA POPULIQUE SALUTE
1891

LIBRARY

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE
DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU LE 1922

Société générale d'imprimerie, Pélisserie, 18

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CENT QUINZIÈME ANNÉE

QUATRIÈME PÉRIODE

TOME TRENTIÈME

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

GENÈVE
BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

PARIS
H. LE SOUDIER
174-176, Boul. St-Germain

LONDRES
DULAU & Cᵉ
37, Soho Square

NEW-YORK
G. E. STECHERT
9, East 16th Street

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, GEORG & Cᵢᵉ, A BALE

1910

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

XA
.P483
Per 4
Vol 30
1910

NOTE

SUR LA

GÉOMÉTRIE DES FEUILLETS

PAR

C. CAILLER

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

On doit à M. R. de Saussure la conception très remarquable d'une Géométrie à six dimensions dont l'élément est le corps solide de l'espace ordinaire, ou le *feuillet*. Dans diverses publications, et tout récemment encore dans un travail inséré aux *Mémoires de la Société de physique*[1], M. de Saussure a montré les analogies très curieuses qui existent entre la Géométrie des feuillets et la Géométrie réglée de Plücker. Ces analogies apparaissent avec une entière évidence par l'emploi des coordonnées au moyen desquelles M. Bricard a défini la position d'un trièdre d'axes rectangulaires. Dans une étude parue dans les *Nouvelles Annales*[2], M. Bricard est parvenu le premier à définir la pentasérie la plus générale de feuillets qui est, pour l'espace feuilleté, l'équivalent du complexe linéaire de la Géométrie réglée. Toutefois les démonstrations d'existence et les principales propriétés des pentaséries générale et spéciale sont présentées par M. Bricard à l'aide de calculs relativement assez complexes.

AUG 7 - 1923

[1] Exposé résumé de la Géométrie des feuillets. *Mém. Soc. Phys. et d'hist. nat.* V. 36, 1910, p. 212-266.

[2] Sur la Géométrie des feuillets de M. René de Saussure, étude analytique. *Nouv. Ann. de Math.* 4e série, t. X, 1910.

Je me propose de montrer ici comment ces complications ne sont pas indispensables, mais disparaissent presque entièrement quand on emploie d'une manière uniforme les notations du calcul des quaternions. En agissant directement sur les quaternions q eux-mêmes, sans les décomposer en leurs éléments scalaires et vectoriels Sq et Vq, la définition et les propriétés essentielles des pentaséries s'établiront en quelques lignes.

Commençons par rappeler quelques résultats bien connus sur les diverses manières de décomposer le déplacement fini d'un corps solide en une rotation suivie d'une translation ; une de ces décompositions fournira le mouvement hélicoïdal équivalent.

Soit un système Ω d'axes fixes O X Y Z porteurs de trois unités quaternionniennes i, j, k, donnant lieu aux relations connues $ij = k$, $jk = i$, $ki = j$. Soit, en outre, un deuxième trièdre ω d'axes mobiles $oxyz$. Le passage de la position Ω à la position ω peut être réalisé comme suit.

On fera d'abord tourner Ω autour de l'origine O, de manière à en rendre les axes parallèles à ceux de ω. Cette rotation est définie par un certain quaternion q, tel que tout vecteur ρ issu de l'origine se transforme par cette rotation en $q\rho q^{-1}$ [1].

En second lieu, et lorsque Ω a subi la rotation précédente, avançons-le le long du vecteur $\sigma = \overline{Oo}$ par un mouvement de simple translation. La succession des opérations (σ, q) amène le trièdre Ω en coïncidence avec ω. Si q et σ sont donnés, le premier comme

[1] Dans les produits de facteurs quaternions, je suppose les opérations exécutées de droite à gauche.

quaternion, le deuxième comme vecteur, la position ω est complètement définie. Réciproquement, à une position ω donnée correspond un vecteur σ unique. Quant à q sa définition ne le détermine qu'à un facteur numérique près tout à fait arbitraire. Le plus ordinairement on choisira ce facteur, de manière que $|q| = 1$. Dans ce cas, si on appelle θ l'angle de la rotation, on aura $Sq = \cos\frac{\theta}{2}$; pour Vq, sa longueur est $\sin\frac{\theta}{2}$, et ce vecteur agit dans la direction de l'axe rotatoire.

Si maintenant on désire remplacer le mouvement (σ, q) par une rotation q' exécutée autour du point τ, en faisant suivre cette rotation d'une translation v, on aura à résoudre l'équation

$$\tau + q'(\rho - \tau)q'^{-1} + v = \sigma + q\rho q^{-1}, \qquad (1)$$

dont les deux membres représentent la position finale de l'extrémité du vecteur ρ, lorsqu'on soumet ce vecteur à l'une ou l'autre opération. La condition (1) doit être identique, quel que soit ρ. Elle se dédouble donc et donne $q' = q$, puis

$$v - \sigma = q\tau q^{-1} - \tau. \qquad (2)$$

Quel que soit le choix du point τ, on tirera de (2) une valeur de v, car le second membre a évidemment zéro pour partie scalaire.

Le problème, on le savait d'avance, admet ainsi une infinité de solutions.

Cherchons dans cette multiplicité, celle des solutions qui correspond au mouvement hélicoïdal. Pour un pareil mouvement, la translation v s'exécute dans la direction de l'axe rotatoire Vq. Ainsi, a étant un nombre, on doit avoir

$$v = a\,Vq.$$

En substituant cette valeur dans l'équation (2) écrite sous la forme

$$(\sigma\text{-}v)\, q = \tau q - q\tau, \tag{3}$$

on remarquera que le second membre est encore un vecteur. Il vient donc

$$S\sigma q = Svq = -a\,(Vq)^2,$$

d'où

$$a = -\frac{S\sigma q}{(Vq)^2}, \quad \text{et} \quad v = -\frac{S\sigma q}{Vq},$$

ce qui définit entièrement la translation du mouvement hélicoïdal équivalent au déplacement (σ, q).

Pour trouver l'axe du mouvement hélicoïdal, il faut encore déterminer le vecteur τ d'un de ses points. Mais la condition qu'on vient d'utiliser $S(\sigma - v)q = 0$ s'écrit également $S(\sigma - v)Vq = 0$; sous la nouvelle forme elle montre la perpendicularité des vecteurs $\sigma - v$ et Vq. D'autre part, le second membre de l'équation (3) se transforme de suite en $2V(\tau Vq)$ et représente, quand τ varie, un vecteur *quelconque* perpendiculaire sur Vq. Ainsi donc, sous la seule condition $S(\sigma - v)q = 0$, les deux membres de (3) peuvent être identifiés par un choix convenable du point τ. Il va de soi que toute solution τ en fournira une infinité d'autres comprises dans la formule générale $\tau + xVq$, où le nombre x reste indéterminé.

Soit maintenant à résoudre la question suivante :

Dans quel cas le mouvement (σ, q) peut-il être produit par une simple rotation ?

La réponse est immédiate, puisqu'il faut et suffit alors que la translation v du mouvement hélicoïdal équivalent soit égale à zéro. La solution est donc simplement

$$S\sigma q = 0.$$

Voici un nouveau problème presque aussi simple. *Dans quel cas les deux tièdres* $\omega(\sigma, q)$ *et* $\omega'(\sigma', q')$ *sont-ils réciproques*, c'est-à-dire *dans quel cas peuvent-ils être amenés l'un sur l'autre par une simple rotation?*

On se placera d'emblée dans les conditions du problème précédent en remarquant que si l'on prend ω comme système de référence au lieu de Ω, les coordonnées (Σ, Q) du trièdre ω' seront données par les formules

$$\Sigma = \sigma' - \sigma, \quad Q = q'q^{-1}.$$

Ainsi la condition de réciprocité $S(\Sigma Q) = o$ s'écrit encore

$$S\,(\sigma' - \sigma)\, q'q^{-1} = 0. \tag{4}$$

Si enfin, et on peut toujours l'admettre, les quaternions q et q' ont l'unité pour module, on a identiquement

$$V\, q'q^{-1} = -\, V\, qq'^{-1},$$

et par suite l'équation (4) peut prendre la forme symétrique

$$S\,(\sigma' q')\, q^{-1} + S\,(\sigma q)\, q'^{-1} = 0. \tag{5}$$

Coordonnées de Bricard. — Tout ceci étant bien compris, il devient désormais facile de retrouver les divers théorèmes de M. Bricard. Au lieu de définir la position ω par rapport à Ω au moyen des éléments σ et q, M. Bricard arrive au même but en supposant les quaternions σ et σq décomposés en leurs parties scalaire et vectorielle, ainsi

$$\left.\begin{aligned} q &= \rho + i\lambda + j\mu + k\nu, \\ \sigma q &= r + il + jm + kn, \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

Les coordonnées de ω sont alors les huit nombres $(l, \lambda, m, \mu \ldots)$; en posant l'égalité $\sigma = (\sigma q) q^{-1}$, le

second membre doit être un vecteur comme le premier et la chose n'aura lieu que si $S(\sigma q)q^{-1} = 0$. Mais on a

$$q^{-1} = \rho - i\lambda - j\mu - k\nu, \tag{9}$$

et

$$S(\sigma q)q^{-1} = \rho r + l\lambda + m\mu + n\nu.$$

Ainsi les huit coordonnées de Bricard sont arbitraires sous la seule condition

$$l\lambda + m\mu + n\nu + r\rho = 0.$$

Etant donnés deux trièdres $\omega(l,\lambda,\ldots)$, $\omega'(l',\lambda',\ldots.)$, on trouvera la condition de réciprocité en substituant dans l'égalité (5), les valeurs (8) et (9) pour σq et q^{-1}, $\sigma' q'$ et q'^{-1} ; on a alors immédiatement

$$l\lambda' + l'\lambda + m\mu' + m'\mu + \ldots = 0. \tag{10}$$

Pentasérie linéaire. — Soient deux quaternions fixes a et b, la totalité des trièdres $\omega = (\sigma q)$ vérifiant une relation telle que

$$S[a + b\sigma]q = 0, \tag{11}$$

constitue ce qu'on appelle une *pentasérie linéaire.* Cette définition ne dépend pas du système d'axes $\Omega = oxyz$ employé comme système de référence.

En effet si $\Omega' = o'x'y'z'$ est un second système de référence et que $(-\alpha, p^{-1})$ représente la rotation et la translation amenant Ω sur Ω', le mouvement (σ', q') conduisant Ω' sur ω s'obtient immédiatement par les formules

$$\sigma' = \sigma + \alpha, \qquad q' = qp,$$

ou

$$\sigma = \sigma' - \alpha, \qquad q = q'p^{-1},$$

et ces valeurs introduites dans l'équation (11) de la pentasérie la transforment en une équation toute semblable

$$S[a' + b'\sigma']q' = 0, \tag{12}$$

dans laquelle les quaternions constants a' et b' ont les valeurs

$$a' = p^{-1}(a - b\alpha), \qquad b' = p^{-1} b. \tag{13}$$

Il est clair, d'après l'équation (11) et les formules (8), que l'équation de la pentasérie en coordonnées bricardiennes est du premier degré et de la forme

$$\mathrm{A}l + \mathrm{B}m + \ldots + \mathrm{A}\lambda + \mathrm{B}\mu + \ldots = 0.$$

Il résulte aussi des mêmes calculs que les coordonnées $(l, \lambda, m, \mu \ldots)$ d'un trièdre subissent une transformation linéaire quand on change le système des axes coordonnés.

Cherchons à obtenir une définition géométrique de la pentasérie en faisant le changement d'axes dont il vient d'être question. Prenons $p = b$ et $\alpha = \mathrm{V}p^{-1} a$; alors dans la formule (12), on aura $b' = 1$ et a' ne sera plus qu'une quantité scalaire que nous désignerons par f. Effaçons les accents dans l'équation (12); l'équation de la pentasérie se présente alors sous la forme

$$\mathrm{S}(f + \sigma) q = 0. \tag{14}$$

Si f est nulle, elle se réduit à $\mathrm{S}\sigma q = 0$. La pentasérie, comme on l'a vu ci-dessus, comprend dans ce cas l'ensemble des feuillets réciproques d'un feuillet fixe donné servant de système d'axes coordonnés; c'est une *pentasérie spéciale*.

Si f n'est pas nul, supposons pour simplifier $|q| = 1$, ce qui est une hypothèse indifférente. On a alors $\mathrm{S}q = \cos\theta/2$, formule dans laquelle θ représente l'angle de la rotation q. De plus, on a démontré plus haut que la quantité $\mathrm{S}\sigma q$ s'obtient en multipliant l'un par l'autre $\sin\theta/2 = \sqrt{-(\mathrm{V}q)^2}$ et la grandeur h de la translation

du mouvement hélicoïdal équivalant au déplacement (σq). L'équation (14) revient donc à cette autre

$$h \sin \theta/2 + f \cos \theta/2 = 0,$$

ou, simplement

$$h tg\, \theta/2 = \text{constante}. \qquad (15)$$

Telle est, en effet, la définition géométrique donnée par MM. de Saussure et Bricard pour la pentasérie linéaire la plus générale.

Complétons cette définition en cherchant le lieu des feuillets de la pentasérie qui sont attachés à un point fixe donné.

Prenons ce point comme origine du deuxième trièdre Ω' ; l'équation de notre pentasérie se présente sous la forme (12), et pour tous les feuillets cherchés $\sigma' = 0$. Quant à α', on peut le réduire à un simple vecteur ; il suffit pour cela de choisir p, c'est-à-dire l'orientation du trièdre Ω', de manière que

$$S\, p^{-1} (a - b\alpha) = 0,$$

et le choix est évidemment toujours possible. La condition à satisfaire par q' devient alors, au lieu de (12) :

$$S\, \alpha' q' = 0, \quad \text{ou,} \quad S(\alpha' V q') = 0.$$

Cette équation signifie que les axes des diverses rotations q' sont dans un même plan perpendiculaire au vecteur α'. En d'autres termes, le *lieu des feuillets attachés en un point par la pentasérie est un couronoïde à point fixe.*

Soit, en second lieu, à déterminer l'ensemble des feuillets de la pentasérie qui appartiennent à un plan fixe donné.

Supposons qu'on ait choisi les axes de manière que Ω soit un des trièdres cherchés, le plan fixe étant celui des xy. Pour le trièdre Ω, on a $q = 1$, $\sigma = 0$; ainsi dans l'équation de la pentasérie (11), α doit être un vecteur, ou bien

$$\alpha = ia + jb + kc.$$

Pour tout autre trièdre remplissant les conditions de l'énoncé, on doit avoir

$$\sigma = ix + jy, \tag{16}$$

$$q = \cos \theta/2 + k \sin \theta/2; \tag{17}$$

x, y, 0 sont les coordonnées de l'origine o de ce trièdre, θ l'angle de rotation. La formule (17) indique que cet axe est parallèle à oz. On tire ensuite de (16) et (17)

$$\sigma q = i\,(x \cos \theta/2 + y \sin \theta/2) + j\,(y \cos \theta/2 - x \sin \theta/2),$$

et en substituant les valeurs précédentes dans l'équation de la pentasérie (11), on obtient immédiatement un résultat de la forme

$$A\,(x\cos \theta/2 + y\sin \theta/2) + B\,(x\sin \theta/2 - y\cos \theta/2) + C\sin \theta/2 = 0, \tag{18}$$

équation qui est celle du couronoïde dans le plan oxy.

Ainsi *les feuillets de la pentasérie qui se trouvent dans un plan donné forment un couronoïde.*

Cherchons enfin le lieu des feuillets attachés par la pentasérie à une droite fixe qu'on peut prendre comme axe des z.

On a alors, pour les feuillets cherchés,

$$q = \cos \frac{\theta}{2} + k \sin \frac{\theta}{2},$$

$$\sigma = hk,$$

$$\sigma q = -h \sin \frac{\theta}{2} + hk \cos \frac{\theta}{2},$$

θ représentant toujours l'angle de rotation du feuillet par rapport à la position initiale OXYZ, et h son déplacement le long de OZ. Les coordonnées de Bricard de nos feuillets sont ainsi

$$l = m = 0, \quad n = h \cos \frac{\theta}{2}, \quad r = -h \sin \frac{\theta}{2},$$

$$\lambda = \mu = 0, \quad \nu = \sin \frac{\theta}{2}, \quad \rho = \cos \frac{\theta}{2};$$

en les substituant dans l'équation linéaire de la pentasérie, nous obtenons un résultat tel que

$$A \cos \frac{\theta}{2} + B \sin \frac{\theta}{2} + h\left(A' \cos \frac{\theta}{2} + B' \sin \frac{\theta}{2}\right) = 0.$$

Cette équation peut évidemment être réduite à la forme

$$h tg \frac{\theta}{2} = A,$$

identique à (15), par un choix convenable de l'origine O sur l'axe OZ, et de l'orientation du système OXY autour de cet axe.

Je bornerai ici ces brèves remarques, mon seul but, dans cette Note, étant de montrer avec quelle rapidité s'obtiennent les résultats de MM. de Saussure et Bricard par l'emploi systématique du calcul des quaternions.

ETUDE THERMOMAGNÉTIQUE

SUR LES

FERRO-NICKELS

PAR

Félix HEGG

Ingénieur-mécanicien diplômé

(Suite et fin[1]*)*

Alliages réversibles

J'ai tenu, pour ces alliages, à prendre les points dans un ordre absolument quelconque, non celui indiqué par les tableaux, ne m'inquiétant pas si j'étais dans la période de chauffage ou de refroidissement. Les résultats, ainsi que le prouvent les fig. 4 et 5 *a*, déterminent avec sûreté les courbes d'aimantation en fonction de la température ; les petits écarts que l'on y remarque parfois sont de l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales.

Nous ne sommes pas en présence, comme l'ont cru divers auteurs[2] de deux points de transformations

[1] Voir *Archives,* juin, t. XXIV, p. 592.

[2] Osmond par exemple : Voir à ce sujet la *Rev. gén. des sc. pures et appliquées,* 1903. T. XIV, p. 863 et suivantes.

Au contraire MM. Gürtler et Tammann disent : « Osmond hat bei der reversibelen Umwandlung durchwegs einen Unterschied von 30° à 40° in den Temperaturen, bei denen die Magnetisierbarkeit beim Erhitzen verschwindet und beim Abkühlen wiederkehrt gefunden, während wir die Unterschiede viel geringer oder gar nicht fanden » (*Zeitschrift für anorg. Chemie* B. 45, S. 211, 1905).

inverses, rapprochés, mais bien d'un seul ; nous désignerons par là le point d'intersection de la courbe des I^2, extrapolée sur l'axe des températures, ceci pour

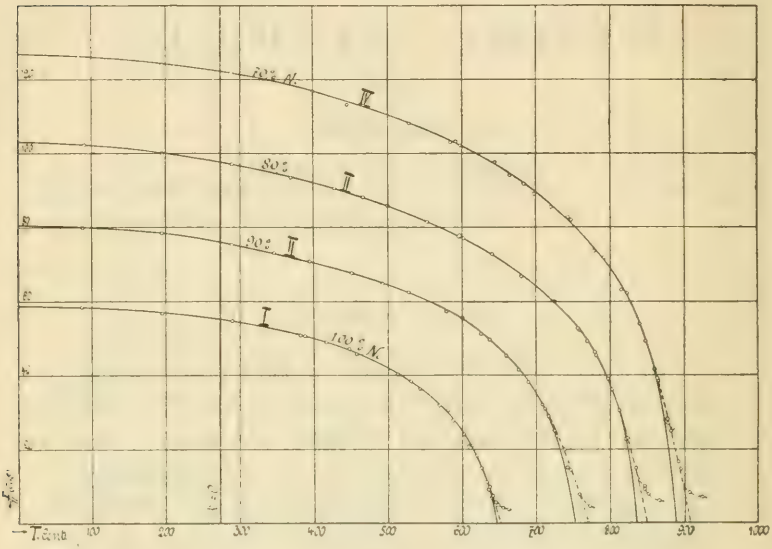


Fig. 4

un champ magnétique de 10000 gauss, que nous avons arbitrairement choisi, comme il a été dit plus haut.

Il peut paraître intéressant de voir l'allure qu'offrent les courbes d'aimantation, prises en fonction du champ extérieur en maintenant la température du corps constante, et de comparer entre elles plusieurs de ces isothermes.

Je n'ai pas voulu faire ici une étude quantitative de l'approche à la saturation, mais seulement montrer les caractères généraux qui se sont présentés chez tous ces alliages, sans exception ; ces recherches, dans

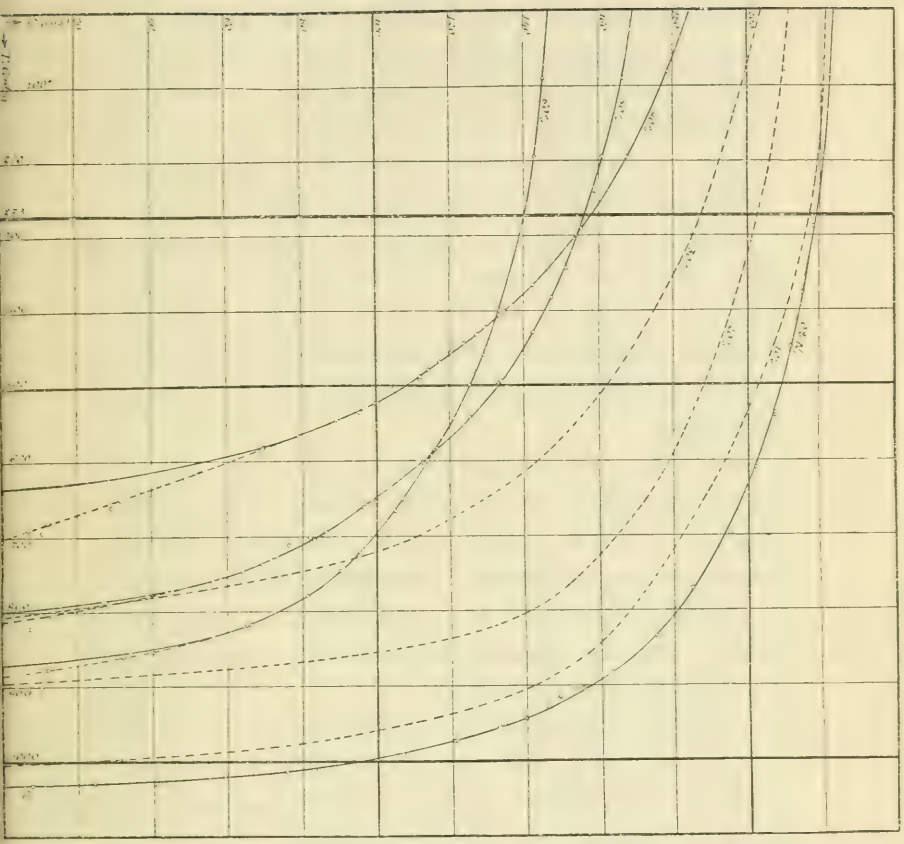


Fig. 5 a

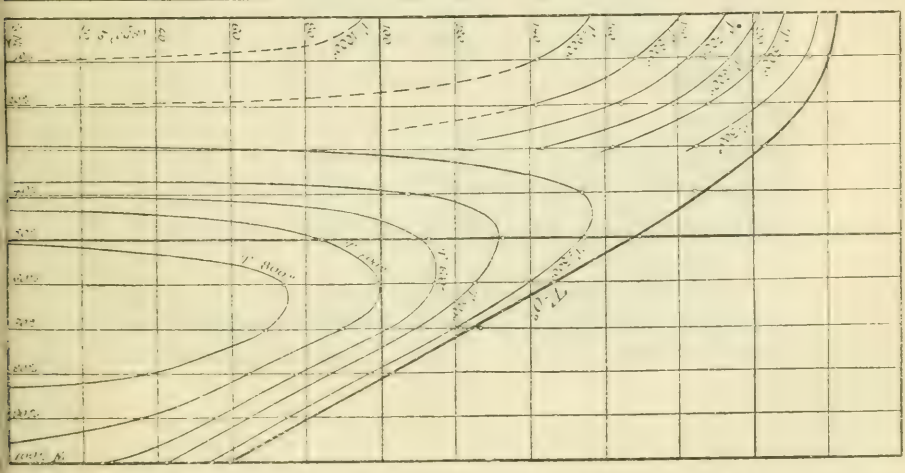


Fig. 5 b

lesquelles n'entrent que des différences de grandeurs à peu près égales, demandent un soin extrême dans l'élimination des erreurs qui auraient pu s'y glisser, et, en première ligne une constance absolue de la température, ce qui eût rendu difficilement réalisable la présence continuelle du courant d'hydrogène.

Malgré cela, toutes les courbes se rapportant soit au fer, soit aux autres échantillons, ont présenté un grand intérêt ; les fig. 6 à 13, dans lesquelles les valeurs du moment magnétique de l'unité de masse sont reportées en unités *C.G.S.*, nous en fournissent une image très claire [1].

Les différentes courbes d'un même alliage ont au début une région commune, ascendante, ne dépendant que du champ de l'aimant et de la forme de la substance, et pour lesquelles l'aimantation croît presque proportionnellement à H. L'inclinaison de cette première partie ne dépend que de la forme du corps et de ses facteurs démagnétisants.

Si l'état magnétique de la substance est proche de la saturation, ces courbes s'écartent d'abord lentement de la direction initiale, puis se coudent assez brusquement et s'approchent asymptotiquement de l'aimantation à saturation ; une augmentation notable du champ magnétique ne provoque plus qu'un gain de quelques unités.

Dans les champs relativement forts de l'électroaimant, les courbes peuvent être remplacées approximativement par des droites qui, aux températures

[1] Nous avons représenté le moment magnétique de l'unité de masse par la lettre σ ; I désigne au contraire l'aimantation par unité de volume.

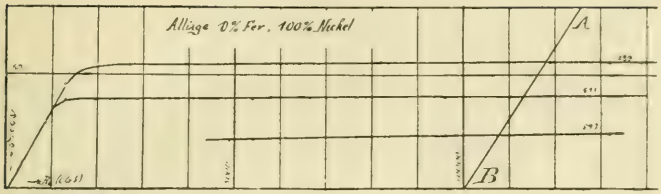


Fig. 6

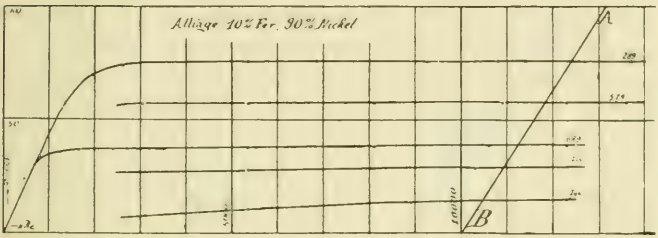


Fig. 7

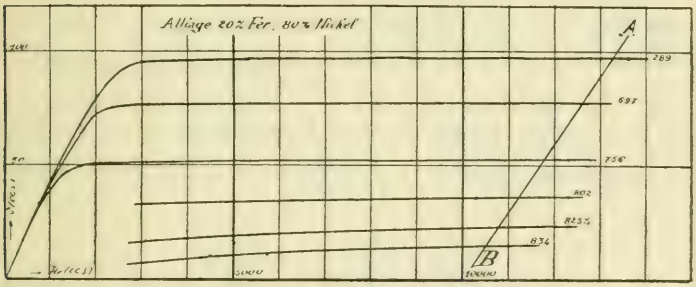


Fig. 8

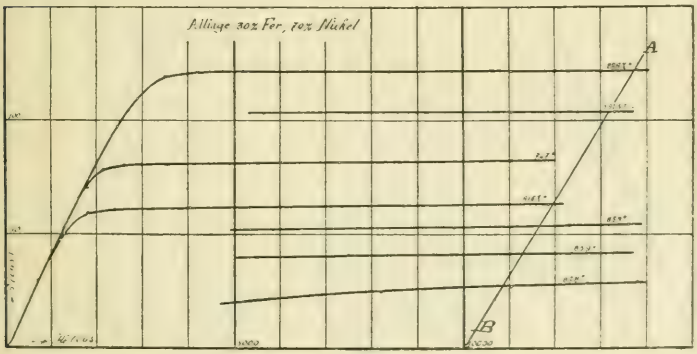


Fig. 9

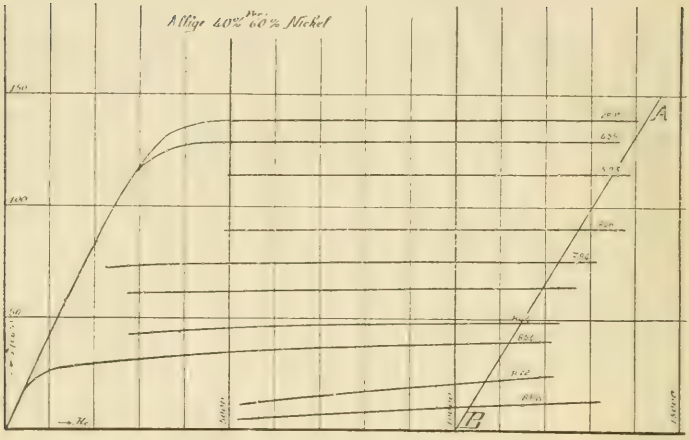


Fig. 10

ordinaires, sont presque parallèles à l'axe des champs. L'inclinaison de ces dernières augmente progressivement, à mesure que l'on s'élève dans l'échelle des températures, jusque dans la région de perte du ferromagnétisme sollicité. Des expériences faites après coup

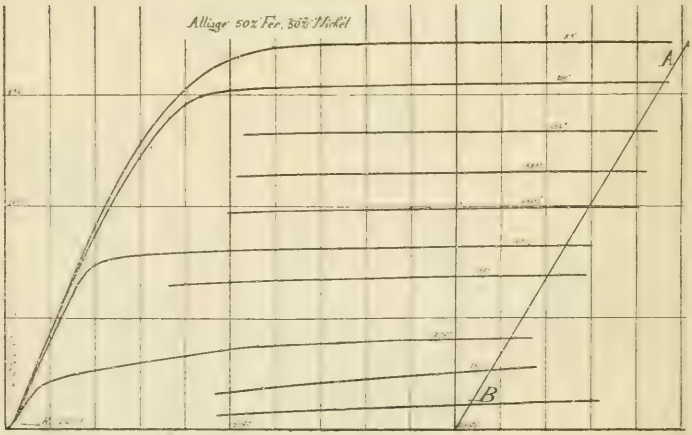


Fig. 11

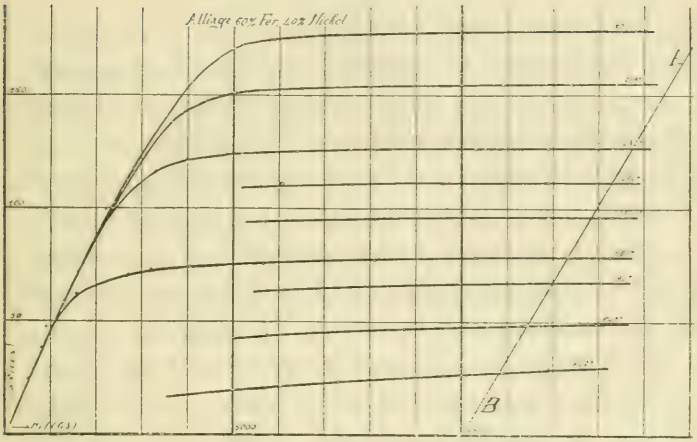


Fig. 12

dans la neige carbonique et l'air liquide m'ont permis de vérifier ces faits en ce que les courbes étaient presque horizontales.

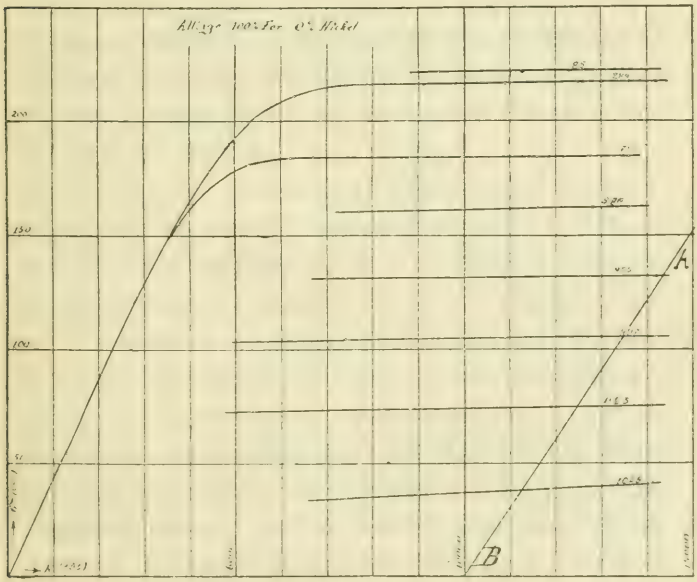


Fig. 13

Dans les figures précédemment citées, les courbes AB représentent les valeurs auxquelles doit correspondre le champ de l'électro-aimant, si l'on veut obtenir aux différentes températures, c'est-à-dire aux différents états magnétiques du corps, 10000 gauss comme composante active du champ à l'intérieur de l'ellipsoïde ; la méthode dont je me suis servi pour ces calculs est celle indiquée p. 617, t. XXIX des *Archives*.

En assimilant les valeurs de l'aimantation à saturation à celles obtenues dans un champ de 10000 gauss, les points d'intersection des isothermes avec les courbes ci-devant citées déterminent la variation de σ en fonction de la température. Une étude comparative des courbes qui y sont contenues montre que tous les alliages réversibles présentent les mêmes particularités.

Le chauffage de la substance occasionnait aux basses températures une perte lente de magnétisme, augmentant progressivement d'intensité, pour tomber brusquement dans le voisinage du point de transformation.

Ces courbes, tournant leur concavité du côté de l'axe des températures, rappellent, par leur allure générale, la courbe théorique : elles sont plus coudées que cette dernière et s'en approchent d'autant plus que la proportion de fer augmente. Pour 60 % on remarque une coïncidence assez bien marquée.

J'ai admis comme point de transformation de la substance l'intersection de la courbe : $\sigma^2 = f(T)$, extrapolée sur l'axe des températures, et non le point qui correspond à $\sigma = F(T)$ car la première seule est sensiblement rectiligne et se prête à cette opération. On obtient ainsi la température de disparition du ferro-

magnétisme avec une assez grande approximation, que la connaissance de la constante de Curie permettrait seule de discuter.

L'air liquide et la neige carbonique m'ont permis de descendre suffisamment bas dans l'échelle des températures, pour qu'une extrapolation de l'aimantation soit tolérée jusqu'au zéro absolu. J'ai donné dans le tableau de la page 29 les différentes valeurs de I_0, obtenues par cette extrapolation, ainsi que les points de transformation des alliages déterminés directement par la variation de I^2 en fonction de la température. A cet effet j'ai représenté dans la fig. 14 les courbes $\sigma^2 = f(T)$ se rapportant à tous les ferro-nickels réversibles.

L'aspect qu'offre l'aimantation absolue, prise comme fonction de la teneur, vient alors témoigner en faveur de la théorie allotropique de M. Osmond. Pour les alliages réversibles, σ_0 variant linéairement avec la teneur, on peut conclure que ces derniers ne sont probablement, au zéro absolu, que de simples mélanges.

La fig. 5*b* montre aussi différentes courbes correspondant aux températures 300°, 500°, 600°, etc., donnant la variation de l'aimantation en fonction du pourcentage.

Il est clair que de ces isothermes, on ne peut pas conclure grand'chose et que seule celle pour $T = 0$ a une signification scientifique simple.

Nous avons déjà signalé les particularités que présente spécialement le ferro-nickel à 40 % : la coïncidence presque parfaite existant entre la courbe de variation de magnétisme de cet alliage et celle déduite

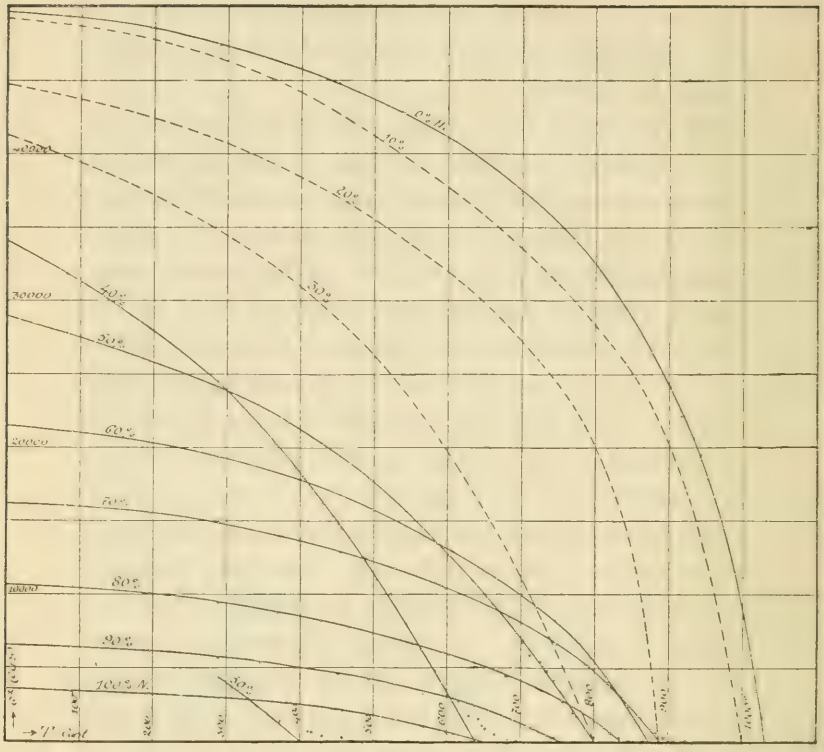


Fig. 14

de la théorie. Qu'adviendra-t-il si nous augmentons la teneur en nickel ?

Pour m'en rendre compte plus aisément, j'ai superposé, dans la fig. 15, tous les résultats se rapportant aux réversibles.

Pour pouvoir comparer entre elles des grandeurs différentes, ayant même signification, il était nécessaire de prendre des unités communes ; comme ordonnées nous pouvions porter la valeur de $\left(\frac{I}{I_0}\right)^2$ en fonction de

$\frac{T}{\theta}$, ce qui assurait ainsi deux points communs à toutes les courbes, ou bien faire correspondre au point de transformation les tangentes avec celles de la courbe théorique. C'est ce dernier procédé qui m'a semblé préférable, car la théorie du ferromagnétisme, découlant de celle du paramagnétisme, doit être satisfaite, en première ligne, dans le voisinage du point de transformation : il est fort possible que le corps subisse, à mesure que la température s'abaisse, une transformation graduelle réversible, qui en altère les phénomènes. Peut-être l'écart que présente le fer et le nickel dans la variation de leurs propriétés magnétiques, comparées à celle de la magnétite provient-il de là.

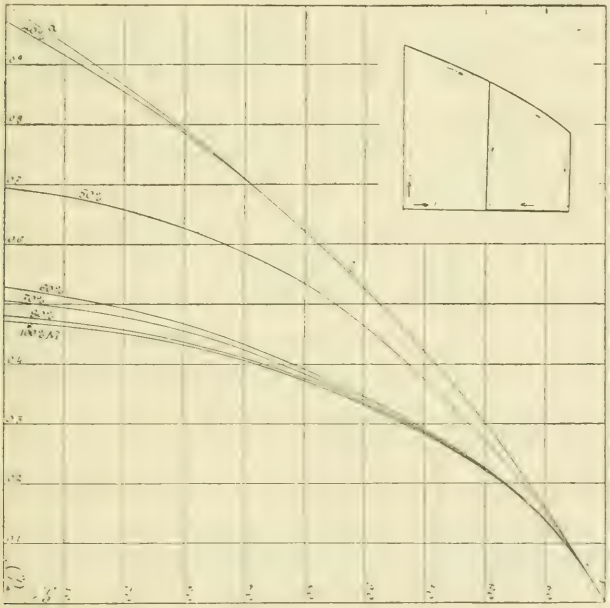


Fig. 15

Ceci dit, la fig. 15 montre nettement que, plus on

augmente la proportion de nickel des échantillons, plus les courbes s'éloignent de la courbe théorique *a. b. c.*, et plus elles ont la tendance à se couder. Même l'alliage à 60 °/₀, qui, jusqu'à la température ordinaire se superpose à *a. b. c.*, s'en écarte ensuite légèrement.

Il ne faut naturellement pas songer à faire, au moyen de cette figure, une étude quantitative : les expériences très délicates dans le voisinage du point de transformation, et d'autre part, les lectures relativement faibles de cette région, peuvent fausser dans une large mesure, la détermination de la tangente. J'ai mesuré les valeurs de ces différentes tangentes, et les ai transcrites dans le tableau de la page 29, en colonne XI.

Si maintenant nous représentons graphiquement la fonction $\theta = f$ (°/₀ Ni), en choisissant la teneur en nickel comme paramètre variable, nous voyons (fig. 16) que la courbe ainsi obtenue offre un aspect parabolique, avec un maximum très bien marqué, se trouvant dans le voisinage de l'alliage 66 °/₀ [1]. Cette courbe a été étudiée à plus d'une reprise par MM. Gürtler et Tammann, A. Dumas, Guillaume, Osmond, L. Dumas : elle a été trouvée généralement inférieure à celle résultant de nos recherches, et accusant un parallélisme assez prononcé avec elle.

Les différences entre les ordonnées s'expliquent facilement en se rappelant que tout corps étranger qui se trouve mélangé, même en minime quantité, au fer ou au nickel, où à l'un quelconque de leurs alliages, a

[1] W. Gürtler et G. Tammann. *Zeitschrift der anorg. Chemie.* B. 45, p. 211 et suiv. 1905.

pour effet d'en abaisser sensiblement la température de transformation.

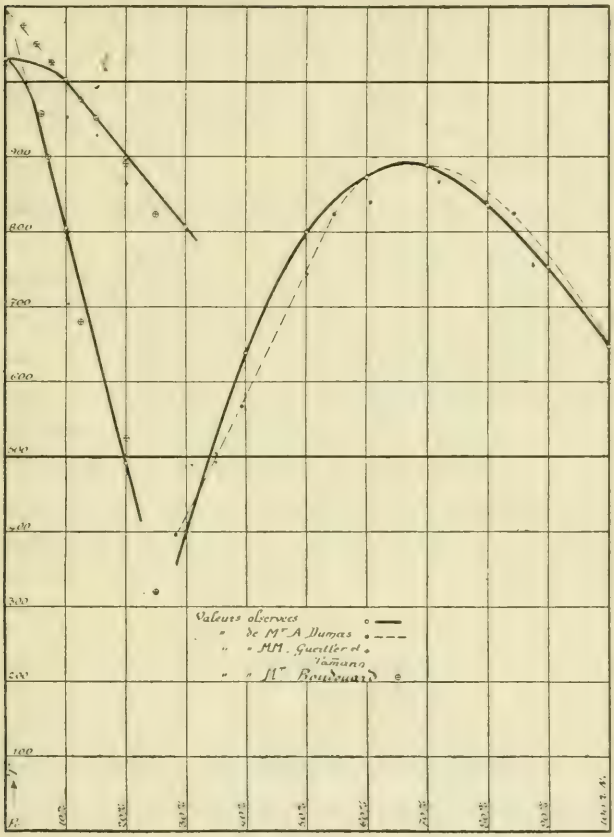


Fig. 16

J'ai transcrit dans la fig. 16 les résultats publiés par M. A. Dumas [1] ; ceux-ci qui furent également obtenus

[1] A. Dumas. Voir Thèse Zürich. 1909.

dans les laboratoires de l'Institut de Physique de Zürich, coïncident à peu près avec les nôtres.

Les deux courbes, se rapportant aussi bien l'une que l'autre à des alliages très purs, sont voisines, tant que la teneur de fer ne dépasse pas 45 °/₀ ; de la région maximum, elle s'écartent progressivement, pour accuser, aux environs de 60 °/₀ de fer, une différence de 70 à 80°.

Cet écart, qui reste inexpliqué, doit être attribué probablement aux méthodes.

La courbe publiée par MM. Güertler et Tammann est analogue, tout en restant inférieure, à celle que l'auteur précédemment cité a obtenue par la méthode calorique, et à celle que nous avons relevée. M. A. Dumas attribue cet écart à la matière différente, il remarque aussi fort judicieusement que « la position des points de transformation, loin d'obéir à la loi des mélanges, varie avec la teneur suivant une loi encore imparfaitement définie ».

Avant de discuter les ferro-nickels irréversibles, nous pouvons encore remarquer que les courbes d'aimantation des alliages 100-, 90-, 80- et 70 °/₀ de nickel, c'est-à-dire correspondant à la région ascendante de la courbe de transformation, se superposent complètement, si par un choix approprié d'échelles on fait correspondre les points de transformation et l'aimantation à saturation au zéro absolu.

Si la proportion de fer augmente, ces isopèdes seront de moins en moins coudées, elle ne se superposeront plus mais s'approcheront sensiblement de la courbe théorique.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
No	Fe%	Ni%	θ. abs Cent.	θ rel Cent	θ. abs Cent.	θ. abs Cent	Dens.	σ_0	Masse gr.	Tang (Centigr. C. G. S.)
I	0	100	647	374			8.86	58.8	0.6678	19.8
II	10	90	753	480			8.60	80.6	0.6607½	30.6
III	20	80	835	562			8.52	103.1	0.6631	44.2
IV	30	70	888	613			8.39	127.1	0.6322½	60.3
V	40	60	872	599			8.29	146.8	0.6042	78
VI	50	50	800	527			8.05	169.2	0.6115	86.5
VII	60	40	638	365			7.63?	184.2	0.5969	91.5
VIII	100	0	1031	758			7.875	223.2	0.5939½	
IX	70	30	400	127	806	533	8.06	203.6	0.6247	
X	80	20	491	218	898	625	8.02	210.8	0.5872	
XI	90	10	805	532	1003	730	7.89	221.0	0.6201	

σ' représente le moment magnétique de l'unité de masse pour T = 0.

Alliages irréversibles

Tandis que ceux qui nous ont occupés jusqu'à maintenant montraient, aux différentes températures, une variation réversible des propriétés magnétiques, et de toutes celles qui en découlent, il n'en est plus de même, dans la seconde catégorie d'aciers au nickel qui, ainsi que l'indique leur nom, présentent des différences essentielles, suivant que l'on se trouve dans la période de chauffage, ou dans celle de refroidissement.

Le diagramme des phénomènes magnétiques de l'un

des aciers au nickel rappelle, dans ses grandes lignes, une courbe d'hystérésis, rabattue de 180°; les fig. 17, correspondant à un champ intérieur de 10.000 unités en rendent compte, et montrent que les surfaces des cycles s'aplatissent et que l'irréversibilité diminue progressivement, pour disparaître dans le fer.

Les courbes supérieures *a b c* qui désignent les valeurs successives de l'aimantation pendant la période ascendante, sont analogues à celles du fer et des réversibles, et semblent ne presque pas dépendre du temps, tant que la disparition du magnétisme s'effectue lentement.

De la région *c* où ces courbes commencent à se couder, la réversibilité disparaît, l'état du corps n'est plus fonction seulement de la température et du champ, mais aussi du temps, qui joue ici un rôle prépondérant.

Si l'on continue à chauffer, la substance perd alors les dernières traces de son magnétisme, et le point de transformation ascendant est atteint.

Lors de la chute des températures, les propriétés magnétiques et autres garderont un certain temps leurs caractéristiques paramagnétiques, tant que le point de transformation descendant θ_2 n'aura pas été dépassé, après quoi, l'aimantation, apparaissant presque subitement, présentera au début une marche ascendante très rapide et très peu stable. Si l'on prend la précaution d'amener le corps à une température suffisamment basse, pour obtenir de nouveau, lors du chauffage, la valeur primitive de l'intensité d'aimantation, le cycle sera fermé, et l'on pourra, par des traitements semblables, le parcourir autant de fois que l'on voudra.

Par analogie avec l'hystérèse alternative, nous pour-

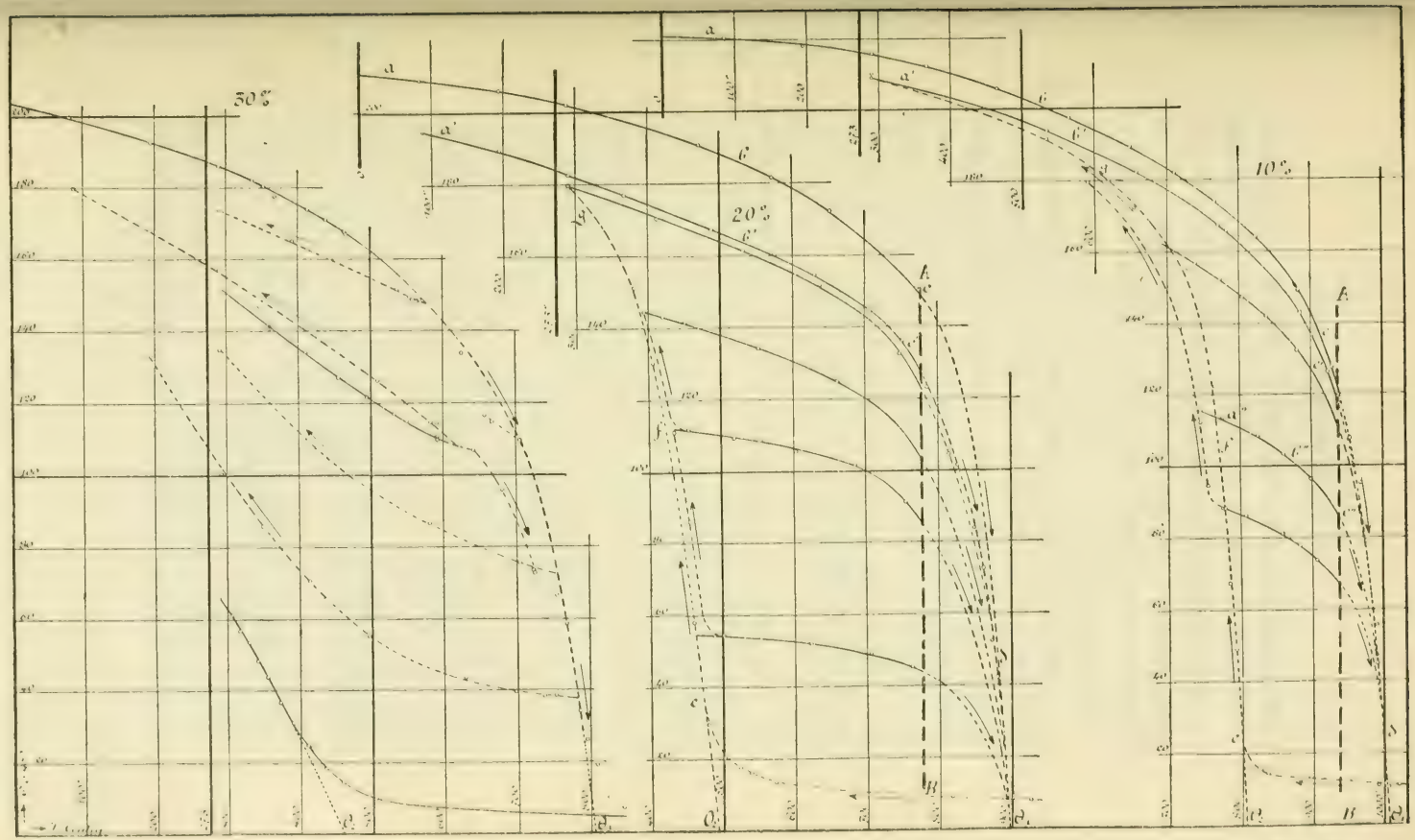


Fig. 17 *a*

Fig. 17 *b*

Fig. 17 *c*

rons appeler ce nouveau cycle : *un cycle d'hystérèse thermique des aciers au nickel irréversibles*, qui sera d'autant plus prononcé que la température initiale sera plus éloignée des points de transformations, et que l'on se trouvera plus avant dans la série des alliages irréversibles.

Les premières parties des courbes ascendantes a, b, c sont très peu influencées par le temps, et, pendant une série d'expériences, elles peuvent être regardées comme réversibles; les secondes au contraire, qui comprennent, dans les figures 17_b, 17_c, les régions à la droite des lignes de séparation A. B., soit $c\ d$ peuvent être sensiblement modifiées par la rapidité des recherches, et la transformation est alors d'autant plus avancée que la température est voisine de celle de transformation, et que le temps pendant lequel on l'y maintient est plus long.

Au retour la variation de l'aimantation sera encore plus rapide, et la deuxième courbe $e\ f\ g$. qui n'est pas réversible, s'approchera de la première, pour la rejoindre probablement au zéro absolu.

Si, en un point quelconque de $e\ f\ g$ on veut éprouver la non réversibilité de cette deuxième courbe, on voit l'aimantation s'en écarter. Sitôt que l'on entre dans une nouvelle période de chauffage, elle décrit un cycle semblable au premier, qui n'en diffère que par la grandeur; il jouit absolument des mêmes propriétés que le cycle limite, et est d'autant plus petit que le point de rebroussement est plus rapproché de θ_2.

La région à forte inclinaison de la courbe $e\ f\ g$ n'offre rien de stable, elle n'est en aucun point réversible,

et il est fort difficile de passer une seconde fois par les mêmes valeurs.

Parmi les propriétés communes à toutes ces courbes descendantes *a b c* — *a' b' c'*, etc,, nous pouvons remarquer en première ligne leur réversibilité presque complète jusque dans la région A. B., où, tant que l'état du corps y correspondant n'est pas atteint, les variations dépendantes du temps restent très lentes et sont négligeables ; elles augmentent ensuite rapidement d'intensité, pour provoquer une chute brusque de l'aimantation. L'écart que l'on remarque entre les courbes des alliages réversibles et irréversibles est d'autant plus faible que les expériences sont faites avec rapidité.

Pour donner un peu plus de clarté aux figures 17_a 17_b. 17_c, j'ai représenté les courbes réversibles par des traits pleins et les irréversibles par des traits pointillés ; les flèches indiquent la direction suivant laquelle ces dernières ont été parcourues.

Comme autre propriété très inattendue, nous remarquons que toutes les régions réversibles de ces courbes de perte de ferromagnétisme sont très exactement proportionnelles. La seule conclusion que l'on puisse en tirer est : *qu'une partie de la matière se trouve à l'état paramagnétique. et offre, jusqu'à une certaine température A B. une stabilité telle que la réversibilité de la substance n'est pas altérée.*

Ce ne serait alors que dans la région comprise entre A B et le point de transformation, que la matière ferromagnétique, non encore transformée, subirait, à température constante, partiellement ou complètement.

cette modification d'autant plus intense que l'on se trouve plus rapproché de θ_2.

Qu'adviendra-t-il maintenant si nous laissons le corps stationner à une température suffisamment basse ou, suivant le terme usuel, si nous le laissons vieillir ? On remarquera une transformation très lente de l'excédent de substance paramagnétique et, ce n'est qu'après plusieurs jours qu'elle commencera à être sensible. L'aimantation de l'alliage 70 °/₀ de fer, après avoir fait passer celui-ci par le point de transformation, fut une première fois mesurée à la température ordinaire. Une seconde mesure, effectuée trois semaines après, accusait alors une aimantation spécifique de 5 °/₀ supérieure.

Aussi bien pendant le chauffage que pendant la période de refroidissement et d'apparition du magnétisme, les transformations à température constante se sont montrées rapides au début, diminuant progressivement d'intensité. Il est fort possible que, si pratiquement on pouvait maintenir le corps très longtemps dans le même état thermique, toute la substance se transformerait peu à peu, et deviendrait de ferromagnétique : paramagnétique, ou vice-versa, suivant que le corps se trouverait dans la période de chauffage ou de refroidissement.

Le diagramme correspondant à ce cycle très lent serait probablement celui que j'ai représenté dans la fig. 15, soit une courbe réversible correspondant à la marche de l'aimantation aux basses températures, et terminée par une surface quadrangulaire, ne pouvant être parcourue que dans un sens.

Nous voyons donc que le vieillissement des aciers

au nickel a pour conséquence d'en augmenter les propriétés magnétiques, tandis que le recuit, si nous désignons par là le maintien du corps à température constante, lorsque celle-ci est voisine du point de transformation, occasionnerait une diminution infiniment plus rapide de ces propriétés.

Chacune des courbes supérieures d'aimantation *a d* présentera ainsi deux régions de transformations inverses l'une de l'autre.

Si expérimentalement on pouvait faire varier instantanément la température de l'échantillon, et procéder aussi à des mesures instantanées, en d'autres termes, parcourir le cycle décrit aussi rapidement qu'un cycle d'hystérèse, on obtiendrait une courbe réversible, rappelant en tout point, celles de la première catégorie d'alliages.

Les premières recherches faites sur les ferro-nickels permirent de les diviser en deux classes : les réversibles et les irréversibles, qu'une teneur de 25 °/₀ semblait en être la séparation. Un traitement spécial, refroidissement au moyen de l'air liquide, rendit cet alliage réversible, alors qu'il ne l'était que faiblement à la température ordinaire. L'alliage à 30 °/₀ nickel, qui s'est d'abord montré reversible et faiblement magnétique, est devenu lui aussi complètement irréversible.

Je ne veux tirer aucune conclusion des résultats si confus et si inattendus recueillis de cet alliage ; on peut faire une série d'hypothèses qui demanderaient avant tout une étude très minutieuse de toute une série d'échantillons que l'on prendrait entre 25 et 40 °/₀ de fer.

Le tableau 9 qui donne les points dans l'ordre sui-

vant lequel ils ont été pris, est représenté par la fig. 17a où les flèches indiquent comme précédemment le sens suivant lequel les régions irréversibles ont été parcourues.

La courbe extérieure, en partie irréversible, semble être la limite vers laquelle tend l'aimantation à température constante; elle peut, par sa forme générale, être comparée aux courbes d'aimantation ordinaires.

Si nous analysons la forme des courbes de transformation des alliages irréversibles, nous remarquons que les points que nous avons déterminés vont se ranger sur deux droites, dont l'intersection correspond au fer.

Il est intéressant de voir que ces températures s'alignent, non avec celle de transformation du fer (758 + 273), mais au contraire avec le point (820 + 273), qui n'est autre chose qu'un point singulier de la région β, celui où la susceptibilité s'écarte, pour une raison inconnue, de la variation hyperbolique. Cette modification réside peut-être à la base des transformations irréversibles de la série d'aciers qui nous occupent.

Remarquons encore que nos résultats coïncident très bien avec ceux de M. Boudouard [1], qui détermine ces transformations au moyen du pouvoir thermo-électrique. Les points qu'il donne tombent aussi sur les droites que nous avons citées.

Des cycles, semblables à ceux que nous avons cités, peuvent être obtenus, avec beaucoup de netteté, des autres propriétés, par exemple avec le module d'élasticité et le coefficient de dilatabilité.

[1] *Revue de métall.* 1904, p. 80.

M. Ch.-Ed. Guillaume[1], directeur adjoint du bureau international des poids et mesures à Paris, s'en est occupé. Il laissa une barre de l'alliage à 15 % se refroidir à partir de la température de transformation supérieure. Jusque dans la région où le magnétisme reparaît, cette barre se contracta suivant une droite, avec un coefficient voisin de 18 millionièmes; de là, il se produisit un allongement qui atteignit au début 40 à 50 millionièmes, et alla en diminuant. Cette courbe, tournant sa concavité du côté de l'axe des températures, n'était pas réversible. Si, en un point quelconque, on recommence à chauffer le corps, il continue à se dilater, mais avec un coefficient inférieur à 18 mill., il reste au retour sur cette droite, tant que la température initiale n'est pas dépassée, après quoi la dilatation reprend sa marche normale.

Nous voyons donc que les diagrammes établis par M. Guillaume rappellent en tout point ceux que nous avons obtenus. Nous aurons aussi un cycle fermé par deux courbes limites, une de chauffage et une de refroidissement, entre ces deux une série de courbes en partie réversibles; chaque point de la surface, tant que l'on n'est pas dans le voisinage de la transformation supérieure, correspondra à un état stable de la matière.

Dans les alliages irréversibles, les propriétés magnétiques, l'élasticité et la dilatabilité sont, qualitativement au moins, simultanées.

D'après la théorie allotropique de M. Osmond, les

[1] Ch.-Ed. Guillaume. *Revue génér. des sc. pures et appliquées.* T. XIV, p. 705 et suiv., 1903.

anomalies observées dans les ferro-nickels seraient dûes à des transformations individuelles du fer et du nickel dont les propriétés, pour l'un quelconque de ces deux constituants, seraient modifiées dans une large mesure par la présence de l'autre ; M. Guillaume nous en fournit une preuve quantitative bien concluante par l'étude qu'il fit de la dilatation thermique d'une barre d'un de ces alliages[1]. Actuellement cette hypothèse, qui satisfait le mieux aux données expérimentales, est généralement admise ; jusqu'à maintenant, elle ne se trouve être en désaccord avec aucun des résultats parus sur les ferro-nickels.

La théorie des combinaisons définies, due à M. Guillaume[2], semble un peu plus hypothétique ; elle fait spécialement ressortir la coïncidence presque parfaite des anomalies présentées par certains alliages et les combinaisons chimiques que semblent présenter ces alliages.

Il est vrai que la détermination d'après MM. Gürtler et Tammann des points de fusion des aciers au nickel semble témoigner en faveur de cette dernière théorie. Le diagramme déduit de ces recherches montre deux branches de courbes, tournant leur convexité du côté de l'axe des X, et se coupant approximativement à 35 °/₀. Ce coude, qui peut très bien être attribué à de petites erreurs accidentelles, n'est cependant

[1] Ch.-Ed. Guillaume (*loc. cit.*).

[2] M. Guillaume dit à ce sujet : « La séparation au moins apparente entre les alliages réversibles et les irréversibles correspond assez exactement à un mélange de composition Fe_3Ni ; le minimum de dilatation, en même temps que celui du module d'élasticité est voisin du mélange Fe_2Ni, enfin on trouvera $FeNi_2$ dans la région de la température maximum de transformation réversible ».

pas suffisamment prononcé pour que l'on puisse en tirer une conclusion affirmative.

H = 10000 gauss

N° 1) Alliage 0 % Fe, 100 % Ni

Temp. abs.	σ^2 (cgs)	σ (cgs)
87*	3418.0	58.46
195*	3230.8	56.84
288½*	2992.0	54.70
289½	2989.5	54.66
382	2606.0	51.06
388	2585.7	50.85
448	2194.0	46.84
458	2100.5	45.82
511	1669.0	40.85
531	1471.5	38.36
569	1019.0	31.92
569	1011.0	31.80
587	766.4	27.70
597	591.4	24.32
602	576.0	24.00
608	436.0	20.90
614	447.5	21.16
626	218.5	14.80
633	123.6	11.12
635	81.2	9.02
637	81.2	9.02
637	85.7	9.27
638	66.7	8.16
639	49.8	7.06
641	55.2	7.43
645½	25.5	5.55
648	23.9	4.89
655	16.75	4.09
663	14.2	3.77

$D = 8.86$

$\theta = 374 + 273$

à $T = O$ $\sigma_0 = 58.8$

$I_0 = \sigma_0 \times D = 521.5$

N° 2) Alliage 10 % Fe, 90 % Ni

Temp. abs.	σ^2 (cgs)	σ (cgs)
87*	6394.7	79.97
195*	6159.7	78.48
289*	5679.1	75.36
346	5319.0	73.00
394	5035.8	70.96
451	4600.0	67.82
493	4213.0	64.85
528	3907.2	62.50
579	3275.0	57.28
600	3080.0	55.50
626	2618.0	51.20
637	2470.0	49.70
659	2057.6	45.37
676	1730.2	41.59
689	1459.0	38.20
708	1031.3	32.11
711	940.5	30.70
716	850.2	29.10
724	621.4	24.93
727	558.2	23.60
734½	400.0	20.00
741½	256.5	16.00
746	207.3	14.40
758	61.0	7.80
762	61.9	7.87
772	21.2	4.60

$D = 8.60$

$\theta = 480 + 273$

à $T = O$ $\sigma_0 = 80.6$

$I_0 = \sigma_0 \times D = 693$

*) Moyenne de trois lectures au moins.

Les valeurs de σ sont les moments magnétiques de l'unité de masse.

H = 10000 gauss

N° 3) Alliage 20 % Fer, 80 % Nickel

Temps abs. T = Cent	σ^2 (cgs)	σ (cgs)
90*	10482	102.30
195*	10030	100.15
289*	9422	97.05
369	8756	93.50
428	8196	90.45
466½	7783	88.13
499½	7358	85.75
553	6661	81.53
595½	6017	77.60
597	5999	77.43
597	6050	77.77
602	5926	77.00
640	5300	72.80
680	4465	66.80
725	3533	59.42
756	2781	52.73
758	2736	52.30
769	2434	49.35
779	2158	46.40
781	2067	45.45
797	1525	39.05
802	1305	36.08
812	928	30.45
820½	515	22.68
823½	532	23.05
834	223	14.92
846	101	10.05
850½	61	7.81
866	36	6.00

D = 8.52

θ = 562 + 273

à T = O σ_0 = 103.1

I_0 = 879

N° 4) Alliage 30 % Fer, 70 % Nickel

Temps abs. T = Cent	σ^2 (cgs)	σ (cgs)
82*	16000	126.40
195*	15523	124.55
288½*	14873	122.00
399	13628	116.83
455	12852	113.30
529	11734	108.32
584	10769	103.80
591½	10638	103.15
597	10429	102.17
642	9538	97.65
664	8866	94.05
684	8431	91.80
698½	8058	89.65
711	7818	88.40
720	7286	85.33
747	6653	81.50
788	5283	73.65
792	5188	71.98
816½	3981	63.17
821	3785	62.28
839	2964	54.45
847	2412	49.23
859	1729	41.55
864	1537	39.18
865	1477	38.40
877	790	28.12
878	858	29.25
882	585	24.19
885	655	25.59
892	281	16.75
895	214	14.65
907	68	8.35
924	52	7.21

D = 8.39

θ = 613 + 273

à T = O σ_0 = 127.1

I_0 = 1067

*) Moyenne de trois lectures au moins.

H = 10000 gauss

N° 5) Alliage 40 % Fer, 60 % Nickel

Temp. abs. T = Cent	σ^2 (cgs)	σ (cgs)
90*	21070	145.20
195*	20343	142.69
289*	19301	138.90
400	17803	133.38
459	16709	129.18
480	16017	126.55
499	15740	125.30
543	14619	120.95
569	13880	117.85
593	13189	114.80
593	13194	114.83
594	13184	114.80
651	11507	107.22
667	11026	105.10
720	9098	95.98
746	8171	90.30
780	6626	81.40
794	5730	75.70
816	4313	65.65
817 1/2	4358	65.95
819	4232	64.94
820	4025	63.30
834	3143	56.05
844	2399	48.95
854	1613	40.15
862	1089	33.97
872	484	22.00
878	262	16.20
888	121	11.00
900	105	10.25

D = 8.29

θ = 559 + 273

à T = 0 σ_0 = 146.8

I_0 = 1218

N° 6) Alliage 50 % Fer, 50 % Nickel

Temp. abs. T = Cent	σ^2 (cgs)	σ (cgs)
83*	26485	162.80
195*	25840	160.80
289*	24075	155.20
342	22892	151.30
383	21705	147.35
430	20252	142.31
494	17859	133.60
497	17746	133.10
541	15672	125.15
583 1/2	13576	116.35
585	13330	115.55
598	12940	113.80
602	12665	112.38
634	10950	104.40
650 1/2	9871	99.28
655	9753	98.70
661	9357	96.65
693	7437	86.25
702 1/2	6758	82.18
704 1/2	6944	83.28
712	5867	76.55
727	5404	73.43
731	5095	71.33
734	4786	69.15
737	4786	69.15
746	4135	64.20
754	3371	58.05
759	3139	56.00
770 1/2	1894	43.50
771 1/2	2033	45.15
776	1704	41.20
788	823	28.73
800	283	16.83
805	170	13.05

D = 8.05

θ = 527 + 273

à T = 0 σ_0 = 169.2

I_0 = 1362

*) Moyenne de trois lectures au moins.

H = 10000 gauss

N° 7) Alliage 60 % Fer 40 % Nickel

Temp. abs. T = Cent	σ^2 (cgs)	σ (cgs)
82*	31836	178.43
195*	28103	167.50
289*	24060	155.18
346	21315	146.68
366	20265	142.50
393	18690	136.80
401	18090	134.50
404	17943	133.85
405	18902	133.80
409	17672	132.95
421	16764	129.30
429	16120	127.05
432	16203	127.17
444	15361	123.85
451	14746	121.25
456	14463	120.25
468	13760	117.30
488	12528	111.95
490	12506	111.90
503	10940	104.60
523	10146	100.73
523	9950	99.75
531 1/2	9352	96.95
535	9189	95.75
545	7993	89.35
565	6242	79.00
584	4839	69.50
586	4649	68.17
610	2936	54.15
615	2664	51.62
623	2392	48.87
630	1751	41.83
643	1511	38.90
648	1104	33.20
648	1087	32.97
662	859	29.33
665	489	22.12
682	152	12.32
695	109	10.40
695	54	7.35

D = 7.63?
θ = 365 + 273
à T = 0 σ_0 = 184.3
I_0 = 1406

N° 8) Alliage 100 % Fer, 0 % Nickel

Temp abs. T = Cent	σ^2 (cgs)	σ (cgs)
85*	49373	222.20
195*	48544	220.33
289*	47315	217.12
378	46054	214.60
451	44783	211.62
538	42826	207.04
541	42726	206.70
610	40805	202.00
699	37371	194.82
772	34170	184.85
799	32525	180.24
835	30425	174.42
876	26464	162.68
903	24191	155.53
904	23920	154.94
905	23340	152.85
915	22188	148.93
918	22080	148.59
929	20998	144.91
935	20673	134.78
943	19212	138.61
944	19510	139.68
952	17913	133.83
955	17453	132.11
973	14693	121.08
974	14504	120.43
997	11148	105.60
991	11419	106.86
1011	7055	84.00
1013	5715	75.58
1019	3496	59.13
1028	1732	41.62
1029	1624	40.30
1029	583	24.15
1032	54	7.35

D = 7.875
θ = 758 + 273
à T = 0 σ_0 = 223
I_0 = 1757

*) Moyenne de trois lectures au moins.

H = 10000 gauss

N° 9 Alliage 70 % Fer, 30 % Nickel

Temp. abs. T = Cent	σ^2 (cgs)	σ (cgs)	Temp. obs. T = Cent	σ^2 (cgs)	σ (cgs)
289	4340	65.90	737	1464	38.35
330	2772	53.60	698	1562	39.53
355	1928	43.90	630	1903	43.65
342	2342	48.45	497	3036	55.10
373	1353	36.86	415	4978	70.50
390 1/2	974	31.20	350	7369	85.80
416	591	24.35	293	10053	100.26
459	207	14.40	195	17764	133.20
504	98	9.90			
307	3611	60.10	85	32250	179.59
317	3345	56.83	195	28200	167.93
289	4345	65.90	291	24568	156.74
410	625	24.99	510	15904	126.20
430	342	18.49	592	13030	114.20
83	36407	190.85	583	13177	114.65
291	32235	179.70	614	12152	110.50
			623	11542	107.40
291	3563	59.65	592	12201	110.30
83	36895	192.00	532	13689	117.00
291	30990	176.00	456	16129	127.00
195	33869	184.10	411	18082	134.30
291*	34553	185.88	364	20141	141.92
337	33137	182.02	343	21537	146.45
353 1/2	32537	180.38	292	23108	151.84
369	31478	177.42	392	19058	138.00
291	34471	185.56	495	14763	121.50
414	30170	173.72	550	13177	114.80
291	34357	185.33	642	11420	106.80
439	29209	170.91	682	9033	95.10
465	28062	167.53	724	5378	73.30
291	34358	185.33	582	7467	86.40
465	27800	166.77	424	1137	106.80
506	26242	162.00	291	18155	134.70
291	34089	184.63	605	5686	75.40
555	22352	149.51	726	5246	72.35
569	22108	148.69	756	4441	66.65
559	22108	148.69	770	3421	58.51
291	30941	173.89	788	1171	34.20
393	27191	164.95	797	683	26.10
537	22791	150.96	810	366	19.12
565	21937	148.11	827	98	9.90
626	17911	133.70			
668	13152	114.65			
707	11981	109.35			
708	11883	109.00			
658	13567	116.45			
753	1464	38.35			

$D = 8.06$

$\theta_1 = 553 + 273$

$\theta_2 = 127 + 273$

à $T = 0$ $\sigma_0 = 203.6$

$I_0 = 1640$

* Moyenne de trois lectures au moins.

H = 10000 gauss

N° 10) Alliage 80 % Fer, 20 % Nickel

Temp. abs. T = Cent	σ^2 (cgs)	σ (cgs)
85	43806	209.30
195	42498	206.15
289	40850	202.12
472	36353	190.67
573	32943	181.50
653	29678	172.22
289	40663	201.65
773	22675	150.58
874	2743	52.37
291	33373	182.68
195	35561	188.58
88	38276	195.64
291	33373	182.68
368	31317	176.97
489	27995	167.32
576	25623	160.08
632	23857	154.46
291	33373	182.68
633	22830	154.37
708	20852	144.40
753	18136	136.23
787	15105	122.95
828	10334	101.67
849	7012	83.75
864	5272	72.61
875	2636	51.36
889	729	27.00
291	32108	179.19
531	26166	161.76
413	29023	170.36
639	23066	151.87
749	17556	132.46
816	10887	104.31
883	1793	42.43
888	5272	22.95
903	79	8.90
927	56	7.50
818	79	8.90
573	185	13.61

Temp. abs. T = Cent	σ^2 (cgs)	σ (cgs)
538	264	16.26
523	369	17.60
501	422	20.56
480	870	29.53
461	3374	58.09
430	9822	99.91
407	16924	130.10
381	22802	151.00
291	32420	179.84
489	2952	54.35
554	2900	53.83
623	2715	52.11
707	2425	49.25
764	2056	45.36
490	2952	54.30
456	7487	86.07
435	12337	111.05
455	12442	111.52
518	11915	109.20
604	11072	105.19
686	10288	101.43
556	12443	111.55
756	8304	91.13
395	20879	144.49
451	20034	141.54
553	18031	134.28
663	15622	124.96
420	20650	143.75

$D = 8.02$

$\theta_1 = 625 + 273$

$\theta_2 = 218 + 273$

à T = 0 $\sigma_0 = 210.8$

$I_0 = 1692$

H = 10000 gauss

N° 11) Alliage 90 % Fer, 10 % Nickel

Temp. abs. T = Cent	σ^2 (cgs)	σ (cgs)	Temp. abs. T = Cent	σ^2 (cgs)	σ (cgs)
85	48744	220.78	975	6210	78.75
195	47524	218.00	990	3080	55.50
291	46503	215.65	990	2186	46.77
367	45013	212.16	998	696	20.36
469	42191	205.40	1005	99	9.97
565	38951	197.15	996	119	10.90
649	35846	189.33	835	174	13.20
291	46578	215.82	825	248	15.78
710	33039	181.77	791	2335	48.65
766	30257	173.94	765	14925	122.20
291	46429	215.47	691	26233	161.97
823	26883	163.96	740	24593	156.82
882	22705	150.97	774	23152	152.15
881	22159	148.87	804	21612	147.01
929	17563	127.60	837	20122	141.85
930	16395	128.05	880	17488	132.15
291	44218	210.14	778	7800	88.33
1000	124	11.15	807	7452	86.35
1020	117	10.80	857	6608	81.03
948	149	12.21	882	6061	77.85
890	174	13.21	905	5425	73.62
819	224	14.97	776	7800	88.33
785	4596	67.28	756	8943	94.53
729	24096	155.23	745	12619	112.35
654	30267	173.97	744	13413	115.85
533	36620	191.37	776	12918	113.65
422	39871	199.67	824	11725	108.35
291	43571	208.73	860	10632	103.15
534	37511	193.66	898	9241	96.25
658	33213	182.24	745	13315	115.47
659	33213	182.24	717	14309	119.65
783	27425	165.61	590	29835	179.43
771	27972	167.24			
884	20519	143.24			
884	20370	142.73			
901	18730	136.85			
923	15948	126.25			
939	13961	118.10			
953	11576	107.55			
967	9042	95.10			

$D = 7.89$

$\theta_1 = 730 + 273$

$\theta_2 = 532 + 273$

à $T = 0$ $\sigma_0 = 221$

$I_0 = 1743$

SUR LA

RADIOACTIVITÉ DES SOURCES MINÉRALES DE LA SUISSE

(CONTENU D'ÉMANATION DE L'EAU)

DEUXIÈME COMMUNICATION

PAR

A. SCHWEITZER

à Zurich

Pendant le courant de l'année 1909 j'ai continué mes observations sur le contenu d'émanation radioactive des sources minérales de la Suisse, en faisant des mesures sur plusieurs autres sources ; la première partie de ces recherches a été publiée ici-même [1].

Les mesures ont toujours été faites au point de vue exposé dans ce premier mémoire. Donc, toutes les mesures ont été faites immédiatement auprès des sources, et l'eau nécessaire à l'examen fut prise chaque fois aussi près que possible de son origine. Comme appareil j'ai employé jusqu'ici pour mes mesures le fontactoscope de Engler et Sieveking dans la forme mise en vente par MM. Günther et Tegetmayer. Cet appareil donne des valeurs exactes pour la teneur en émanation de l'eau, pourvu que l'on observe toutes les précau-

[1] *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 1909, t. XXVII, p. 256 à 274.

tions nécessaires. Ainsi, surtout en examinant une eau thermale il est absolument indispensable de ne placer le corps chargé d'électricité dans la chambre de l'appareil que lorsque le contenu de ce vase, c'est-à-dire l'eau à examiner et l'air ont atteint la température de leur entourage, car autrement on aurait des pertes d'émanation incontrôlables, causées par des courants d'air.

Pour cette raison il m'était souvent nécessaire d'attendre longtemps après avoir agité l'appareil et avant de pouvoir mesurer la vitesse de décharge. Cet inconvénient, et surtout mon intention d'examiner aussi les gaz de quelques sources me décida à faire modifier la construction du fontactoscope de façon à pouvoir le fermer hermétiquement après le remplissage et le laisser en cet état jusqu'à l'achèvement des mesures [1].

La fig. 1 montre la chambre de l'appareil prête à recevoir l'eau ou le gaz à examiner. Au milieu du couvercle vissé sur le récipient est soudée une pièce tubulaire dans laquelle le corps chargé, une tige verticale, peut glisser. Celle-ci a à son extremité inférieure une douille qui se visse à la pièce tubulaire inférieure quand le corps chargé est entièrement remonté. Ainsi la chambre est fermée tout-à-fait hermétiquement. Maintenant si on pompe 1 à 2 litres d'air de la chambre, on peut aisément la remplir de l'eau ou du gaz à examiner par son robinet, sans aucune perte d'émanation radioactive. Dans la fig. 1, à gauche de l'appareil est représenté le puisoir avec lequel je prélève généralement l'eau, et qui possède à son extrémité

[1] Des perfectionnements du même genre ont été apportés au fontactoscope de Engler et Sieveking par Mache et Meyer. *Zeitschr. für Instrumentenk.*, 1909, t. XXIX, p. 65.

inférieure un robinet, lequel permet de soutirer l'eau

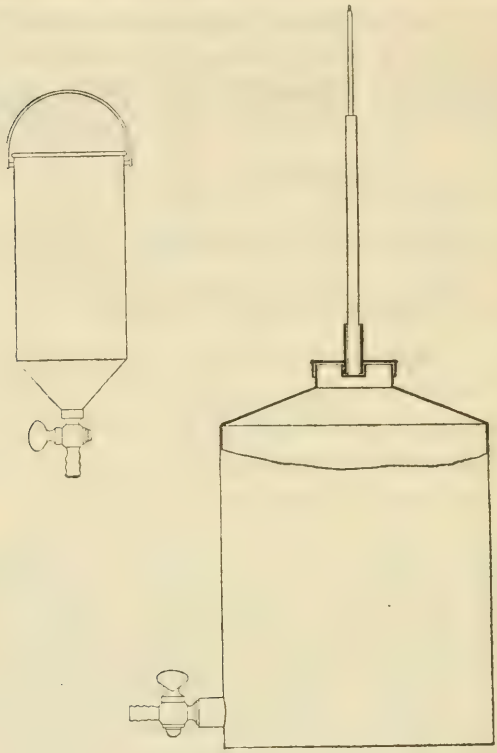


Fig. 1.

sans perte d'émanation. Donc, quand la chambre est remplie d'eau et celle-ci bien agitée, on dévisse d'abord la tige du tuyau et on l'enfonce un peu dedans. Puis à la partie supérieure amincie de la tige dispersante, on visse l'electromètre qui possède un tuyau s'adaptant exactement sur la pièce tubulaire du couvercle de l'appareil, et on enfonce alors l'électromètre avec la tige dispersante dans la chambre jusqu'à ce que le tuyau en question repose sur le couvercle.

La fig. 2 représente la partie supérieure de l'ap-

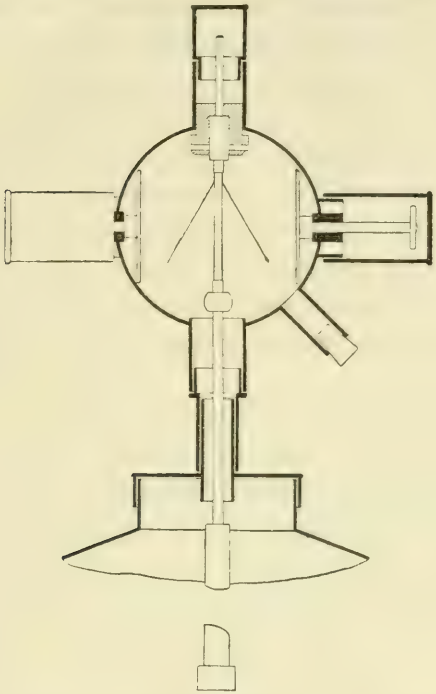


Fig. 2.

pareil monté. Pour que l'électromètre soit aussi fermé hermétiquement, j'ai fait mastiquer le verre de devant de l'instrument, muni celui de la face postérieure d'un pas de vis, et sur les deux tiges glissantes auxquelles sont fixées les plaques protégeant les feuilles électrométriques j'ai fait fixer des couvercles fermant hermétiquement. La charge de l'électromètre s'effectue par une pointe en métal, qui d'en haut est fixée au support par l'isolateur en ambre jaune. Naturellement, toutes les parties de l'appareil doivent être travaillées de façon qu'elles soient exactement ajustées, et on réussit alors

facilement à faire les observations de manière que l'on n'aie pas la moindre perte d'émanation. La capacité de mes fontactoscopes d'après Engler et Sieveking reconstruits dans cette forme est d'environ 14,5 cm.

Dans ce qui suit je donne une courte description des résultats de mes mesures. Les données sur le parcours des eaux ont été mises aimablement à ma disposition par M. le professeur Dr A. Heim, auquel je suis très reconnaissant. Les détails sur la composition chimique de l'eau ainsi que le débit des sources m'ont été généralement fournis par les propriétaires ou administrateurs des sources. Lorsque je n'ai pas pu certifier le débit ou le mesurer moi-même exactement, je l'ai estimé, et comme dans ma première communication, une petite quantité d'eau signifie que le débit n'atteint pas plus de 10 litres par minute, une moyenne au maximum de 100 litres et une grande signifie que la source donne plus de 100 litres d'eau par minute.

Acquarossa

Acquarossa, situé dans la vallée de Blenio, possède deux sources thermales très abondantes, contenant du lithium, du fer et de l'arsenic et provenant du gneiss qui jaillit ici du sol.

La source employée pour les cures jaillit du rocher dans une petite grotte artificielle derrière l'établissement de bains en un puissant jet d'eau fortement mélangé d'air. Elle possède une température de 25°,3 C et un débit de 2600 litres par minute. L'eau nécessaire pour l'examen de cette source (« Kurhausquelle ») a été prise directement du jet d'eau. La seconde source, non captée, s'échappe de plusieurs fentes de

rochers à 300 mètres environ de l'établissement de bains, au-dessous d'un rocher nommé « il satro ». Le débit de cette source est également très grand, j'ai mesuré la température dans quelques unes des fentes elle variait entre 20°,4 et 24°,0 C. La prise de l'eau fut effectuée dans une fente où l'eau avait une température de 24°,0 C. Comme contenu d'émanation radioactive je trouvai 3,02 unités de Mache à la source « Kurhaus » et 5,17 u. d. M. à celle du « satro ».

La « Kurhausquelle » a été déjà trouvée radioactive par MM. Bertoni et Crivellucci [1] qui ont fait un examen de son fango.

Andeer

La source ferrugineuse au gypse près d'Andeer naît de la zone de contact entre les schistes des Grisons et le porphyre de la Rofna. Le réservoir est un puits d'environ 3 m. de profondeur et de 3,5 m³ de contenu, et l'eau pour l'examen fut prélevée à la partie la plus profonde de ce réservoir. La source possède un débit de 218 litres d'eau, une température de 16°,3 C., un contenu d'émanation de 3,26 u. d. M.

M. de Sury [2] avait déjà examiné l'eau de cette source et ne trouva que 0,51 u. d. M. Comme je l'ai appris, l'eau envoyée à M. de Sury fut prise à un trop-plein dans la buvette, où elle s'échappe en un grand jet fortement mélangé d'air, et ainsi la valeur bien plus petite trouvée par lui s'explique aisément.

[1] *Annuario del Labor. di Chimica gener., docim. e tecnol. della R. Academia navale* t. III, Livorno.

[2] *Mit. der Naturf. Ges. in Freiburg* (Schweiz) Chemie II, 4, 1906.

Clavadel

La source sulfureuse de Clavadel qui donne très peu d'eau nait probablement dans le gneiss et les schistes micacés sur trias, la situation précise du captage n'étant pas connue. De la source l'eau s'écoule dans un petit réservoir en ciment, et la prise de l'eau fut effectuée au tuyau d'entrée de ce réservoir. Le contenu d'émanation était de 1,72 u. d. M. pour une température de 8°,9 C. de l'eau.

Disentis

La source de St-Placidus, que j'avais déjà examinée en 1908, a été aussi en 1909 l'objet de mes mesures. Le nouvel essai fut entrepris pour voir si cette source, la plus fortement radioactive des sources de la Suisse examinées jusqu'ici, accuse un contenu constant d'émanation de l'eau. Le premier examen fut fait à la fin du mois de septembre 1908 après une assez longue période de sécheresse, le second au commencement d'août 1909 après plusieurs semaines de grandes pluies. Les anciens captages des deux sources du Val St-Placidus ont été réparés au printemps 1909 et recouverts de petites huttes, de manière que l'accès de l'eau des pluies n'est plus possible. La mesure faite à la source « du bas » montra par une température de 7°3 C. un contenu d'émanation de l'eau de 48,4 u. d. M., valeur qui est même un peu plus grande que celle trouvée en 1908, où il se montait à 46,7 u. d. M. Donc, la source de St-Placidus possède un contenu d'émanation radioactive constant, indépendant des circonstances météorologiques.

M. le Dr P. K. Hager, S. O. B. à Disentis, a eu l'obligeance de m'accompagner au lieu de mes essais et de m'expliquer à l'endroit même comment et dans quelles circonstances il avait pris en son temps l'eau envoyée à M. de Sury[1] pour son examen. Nous sommes tombés d'accord sur la supposition que la valeur plus petite du contenu d'émanation trouvée par M. de Sury aura certainement eu sa cause dans le mélange de l'eau de neige à l'eau de source envoyée.

Je voudrais aussi corriger ici une erreur qui s'est glissée dans mon travail publié dans les *Archives* sur le même sujet, et qui m'a été aimablement signalée par M. le professeur Dr A. Gockel à Fribourg. J'ai écrit à la page 271 : le gaz examiné, puisqu'il venait de l'eau minérale stagnante dans le réservoir, devait être saturé d'émanation de l'eau et devait accuser le même contenu d'émanation que l'eau. Cependant l'eau du réservoir de la source St-Placidus ayant certainement été mélangée d'eau de neige, le contenu d'émanation des gaz déterminé par M. de Sury qui était d'environ quatre fois plus grand que celui de l'eau, répond à la grandeur de 0,25 qui a été déterminée pour le coefficient d'absorption de l'eau pour l'émanation.

En outre j'ai levé une courbe de désactivation pour l'activité de l'eau induite de la source de St-Placidus. J'ai versé dans le récipient de l'appareil Engler-Sieveking environ 4 litres d'eau, puis j'ai secoué fortement ce récipient pendant trois minutes, après quoi j'en ai versé l'eau et chassé l'émanation qui se trouvait dans la chambre en la remplissant d'eau inactive. Après

[1] *Loc. cit.*

avoir vidé cette dernière j'ai immédiatement commencé mes mesures dont le résultat est illustré par la courbe fig. N° 3, elle montre la diminution de la perte de potentiel par heure en fonction du temps.

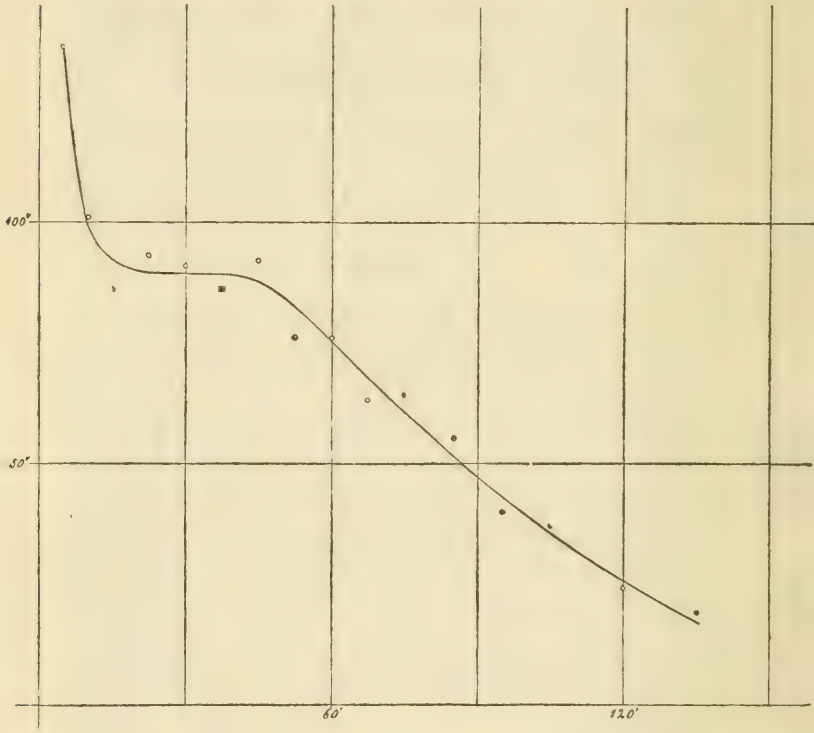


Fig. 3.

La courbe correspond très bien dans son cours avec les courbes de désactivation que E. Rutherford et Miss Brooks[1] ont trouvées pour l'activité induite avec du radium après un court temps d'exposition, vers la fin de l'essai le temps pendant lequel l'activité se réduit

[1] *Phil. Mag.*, juillet 1902.

de moitié se monte à environ 30 minutes. Donc il n'y a pas de doute que l'émanation provienne du radium.

Pendant mon séjour à Disentis j'appris que dans la vallée située à l'Est et parallèle du Val St-Placidus, nommée Val Lumpegnia, il devait exister aussi une source ferrugineuse. Je me mis à la recherche de celle-ci, et je trouvai à une altitude d'environ 1230 m. sur la rive droite du ruisseau de la Lumpegnia, exactement à l'endroit où le sentier marqué sur l'atlas Siegfried traverse le ruisseau, quelques rochers qui étaient rougis en plusieurs endroits par l'ocre de fer et sur lesquels l'eau s'écoulait en minces filets. Je me suis assuré en la goûtant qu'il s'agit d'une eau ferrugineuse. Au-dessus des rochers il y a une couche de terre et d'éboulis de laquelle l'eau s'écoulait goutte à goutte. Les rochers même forment la limite entre une bande de gneiss riche en pyrite, qui repose sur du granit, et la source naît probablement quelques mètres plus haut dans le gneiss. Cette bande de gneiss est identique à celle de la vallée voisine de St-Placidus, de laquelle jaillit la source fortement radioactive St-Placidus, et cette dernière a son origine également dans le gneiss, à peu de mètres de distance de la limite du granit. Un examen exact de cette nouvelle source aurait donc eu un très grand intérêt. Malheureusement il ne me fut pas possible d'atteindre l'origine de la source, et ainsi il ne me restait rien d'autre à faire que de prendre l'eau amassée dans un petit creux de rocher pour l'examen. Celle-ci avait une température de 7°,9 C et un contenu d'émanation de 9,16 u. d. M. ; en même temps il faut ici considérer que l'eau doit certainement traverser d'abord plusieurs mètres de

terre et d'éboulis et s'écouler ensuite goutte à goutte sur 3 mètres le long d'un rocher pour arriver au petit creux, où elle a été puisée pour l'examen, donc elle avait assurément déjà perdu une grande partie de son contenu d'émanation initial.

La distance à vol d'oiseau entre la source du Val Lumpegnia et la source de St-Placidus est à peu près 1700 m., son contenu d'émanation est probablement bien plus grand que la valeur 9,16 u. d. M. trouvée tandis que la source St-Placidus possède un contenu d'émanation d'environ 48 u. d. M. ; toutes les deux sources naissent de la même bande de gneiss, ainsi la cause de leur grande radioactivité doit asssurément être cherchée dans cette bande de gneiss. D'après ce que m'a communiqué M. le Dr F. Weber qui fut chargé en automne 1908 par la commission géologique suisse d'examiner au point de vue géologique les monts au Nord de Disentis, il croit se rappeler avoir trouvé des minéraux contenant de l'uranium dans la bande de gneiss en question, par leur présence le fort contenu d'émanation des deux sources naissant dans cette bande s'expliquerait facilement.

Fetan

La commune de Fetan possède une source acidulée et ferrugineuse nommée « Baraigla ». Elle naît dans une petite caverne des schistes des Grisons environ 30 m. au-dessus de la rive gauche de l'Inn. La source n'est pas captée et ne donne que peu d'eau. La prise de l'eau fut effectuée dans la caverne, où elle avait une température de 10°,3 C. Le contenu d'émanation accusait 0,08 u. d. M.

Fideris

Les deux sources ferrugineuses et sodiques de Fidéris naissent dans les schistes des Grisons et présentent un faible dégagement d'acide carbonique. La « Trinkquelle » jaillit au-dessous de la buvette et est captée dans un puits de ciment ; elle donne 7 litres par minute et accuse une température de 7°,4 C. La « Badequelle » est située environ à 70 m. de la « Trinkquelle » immédiatement derrière les bains et est également captée dans un puits de ciment ; par un débit moyen d'eau la température était de 7°,0 C. Dans chacun des puits j'ai puisé l'eau à la partie la plus profonde. J'ai trouvé pour le contenn d'émanation de la « Trinkquelle » 0,63 et pour la « Badequelle » 0,73 u. d. M.

M. de Sury[1] trouva 0,17 u. d. M. dans une eau vieille de deux jours qui lui avait été envoyée ; comme je l'ai appris, cette eau provenait de la « Trinkquelle », et avait été prise dans la buvette où l'eau doit être pompée.

Gadenstätt

Environ 20 minutes au-dessous de Gadenstätt dans la vallée de St-Antonien naissent, des schistes des Grisons sur la rive droite du ravin du ruisseau nommé Dalvazza, plusieurs sources faiblement acidulées et ferrugineuses. Trois de celles-ci sont captées et deux sont employées dans l'établissement de bains bâti dernièrement et dénommé Geilen-Bad. La composition chimique des deux sources est identique, par suite elles

[1] *Loc. cit.*

ne sont probablement que des veines de la même source. J'ai examiné la source N° II qui avait avec un petit débit une température de 9°,5 C. L'eau fut prélevée au tuyau d'entrée du réservoir, elle avait un contenu d'émanation de 0,99 u. d. M.

Gränichen

Gränichen possède deux sources terreuses et ferrugineuses qui naissent à la limite de la molasse d'eau douce et la molasse marine. La source N° I est située immédiatement derrière les bains, elle donne peu d'eau et est captée dans un réservoir qui contient environ 10 m.³ d'eau et ne peut pas être découvert. De là l'eau est pompée dans un réservoir situé aux bains. Après que la pompe eût marché 10 minutes je pris l'eau pour l'examen en arrière de la pompe. Elle présentait une température de 10°,0 C et un contenu d'émanation radioactive de 0,86 u. d. M.

La source N° II est captée à l'Est des bains dans un puits de ciment profond de 10 m. qui contenait environ 0,5 m.³ d'eau, elle a un assez grand débit et une température de 10°,8 C. Son contenu d'émanation relativement grand était de 7,56 u. d. M.

Ramsach Bad

Environ 100 m. à l'Est de Ramsach Bad auprès de Läufelfingen, jaillit avec un débit de 15 litres par minute dans la zone de plissement du muschelkalk une source séléniteuse. La captation n'est pas accessible, mais vers le milieu de la conduite amenant l'eau aux bains, un petit réservoir est intercalé et de celui-ci je pris l'eau pour l'examen. La température accusait 7°,7 C, le contenu d'émanation 0,86 u. d. M.

Rhäzüns

La source iodique, acidulée et ferrugineuse de Rhäzüns jaillit immédiatement sur la rive gauche du Rhin environ 400 m. au Nord de la station Rothenbrunnen du chemin de fer de l'Albula, et elle y est captée dans un puits en ciment de 10 m. de profondeur. Le parcours de l'eau traverse des schistes des Grisons, et le débit de la source est de 250 litres par minute. L'eau a été prise pour l'examen dans le puits de pompe, au robinet situé le plus profondément dans le puits de la source ; elle y avait une température de 16°,9 C et un contenu d'émanation de 0,91 u. d. M.

Ruch-Eptingen

La source alcalino-séléniteuse de Ruch-Eptingen dont l'eau s'exporte en grandes quantités, jaillit du muschelkalk qui contient du gypse et de la dolomie, environ 200 m. plus haut vers l'Est du village Ruch-Eptingen. La captation même n'est pas accessible, mais bien un petit réservoir bâti dans la conduite à 30 m. environ de la naissance de la source, réservoir dans lequel l'eau arrive en un jet saccadé, mélangé d'air. Le débit de l'eau est de 25 litres par minute, la température 5°,1 C. Pour l'examen je pris l'eau à son arrivée dans le petit réservoir, où elle avait un contenu d'émanation de 1,13 u. d. M.

Schuls

Schuls possède dans les eaux de « Sotsass » et « Wy » deux sources alcalines, terreuses et ferrugi-

neuses dégageant fortement de l'acide carbonique : elles sont situées au-dessus de la commune de Schuls, la première sur la route menant à Sent, et naissent toutes les deux des schistes des Grisons. Le captage de chacune était accessible. La source de « Sotsass » débite 30 litres d'eau par minute avec une température de 9°,1 C et 1,03 u. d. M. d'émanation.

La source de « Wy » donne 50 litres par minute, j'y ai observé une température de 8°,3 C et un contenu d'émanation de 0,81 u. d. M.

Serneus

Immédiatement derrière l'établissement de bains de Serneus jaillit des schistes des Grisons la source sulfureuse avec un débit de 60 litres par minute, sa température se montait à 8°.4 C. L'eau pour l'examen fut prise dans le petit puits en ciment, et son contenu d'émanation était de 1,11 u. d. M.

Spinabad

La source sulfureuse de Spinabad a déjà été examinée immédiatement à son origine avec un fontactoscope Engler-Sieveking par M. le Dr E. Dorno à Davos, qui a la grande obligeance de me permettre de publier les résultats de ses mesures, ce dont je lui suis très reconnaissant.

La source jaillit d'une terre végétale à la Riberalp (env. 1770 m. d'alt.) en deux veines, elle traverse probablement des gneiss et schistes micacés. La température de l'eau était de 7°,0 C. La veine N° 1 qui

accuse une plus forte teneur en hydrogène sulfuré avait un contenu d'émanation de 0,45 u. d. M., pendant que la veine N° 2 contenant moins d'hydrogène sulfuré en possédait un de 0,41 u. d. M.

Tarasp

Tarasp possède quatre sources qui jaillissent toutes des schistes des Grisons sur la rive droite de l'Inn. La source de « Bonifacius » située 2 km. environ de l'établissement de bains en amont de la vallée est une source alcalique, acidulée et ferrugineuse, elle dégage peu de gaz et donne 11 litres d'eau par minute avec une température de 7°,0 C. L'eau nécessaire pour l'examen fut prise directement dans le captage et montra un contenu d'émanation de 0,20 u. d. M.

Dans la cave du bâtiment des machines la source alcalino-terreuse et ferrugineuse nommée « Carola » est collectée dans un puits ; elle a un débit de 55 litres par minute et dégage fortement de l'acide carbonique. Je pris l'eau dans la partie la plus profonde du puits, où elle accusait une température de 7°,1 C et un contenu d'émanation radioactive de 1,13 u. d. M.

Les deux sources froides au sulfate de soude, nommées « Lucius » et « Emerita » sont captées dans la buvette, la première a un débit de 7,1 litres, la seconde de 4,4 litres d'eau par minute, toutes deux, mais particulièrement la source de « Lucius » dégagent fortement de l'acide carbonique. La prise de l'eau a été effectuée directement dans le réservoir de captage et les mesures donnèrent 1,01 u. d. M. de contenu d'émanation par une température de 5°,9 C à la source

de « Lucius » et 0,93 u. d. M. par une température de 6°,0 C à la source d'« Emerita ».

Val Sinestra

Dans le Val Sinestra, sur la rive droite du ruisseau nommé Brancla sont situées 6 sources alcaliques, muriatiques, arséniques, ferrugineuses, contenant de l'acide borique, dégageant fortement de l'acide carbonique, et provenant toutes des schistes des Grisons.

Immédiatement derrière l'établissement de bains jaillit la source de « Thomas » avec un débit de 120 litres par minute, de sa captation inaccessible l'eau est conduite à une distance de 25 m. dans la cave d'un bâtiment en bois dans laquelle deux autres sources sont également amenées, et où elle se déverse par un fort jet d'eau. C'est ici que j'ai prélevé l'eau qui montra une température de 8°,1 C et un contenu d'émanation de 0,64 u. d. M.

Le puits de la source nommée « Conradin » situé environ 30 m. en amont de la source de « Thomas » est également clos, et l'eau pour l'examen dut être prise du jet de déversement fortement mélangé de gaz de la source, dans la cave où elle est conduite par un tuyau de 15 m. environ. La température de l'eau se montait à 8°,0 C, le débit à 12 litres par minute et le contenu d'émanation radioactive à 0,57 u. d. M.

Encore 20 m. en amont de la source de « Conradin » est situé le captage inaccessible de la source « Johannes », elle est conduite par un tube-déversoir dans la cave à sources et donne 16 litres d'eau fortement chargée de gaz par minute. C'est à l'échappe-

ment du déversoir que l'eau fut prélevée, elle avait 7°,9 C et une émanation de 0,49 u. d. M.

Environ 15 m. encore plus en amont de la source de « Johannes » jaillissent à peu de distance l'une de l'autre les trois sources les plus fortement minéralisées, la « vieille » et celles de « Ulrich » et « Ulrica ». Dans le temps ces trois sources étaient réunies dans l'ancienne source « Ulrich », et c'est seulement par les travaux exécutés il y a deux ans qu'elles ont été captées séparément ; elles accusent entre elles tant par leur composition chimique que dans leur dégagement de gaz, composés essentiellement d'acide carbonique, de bien grandes différences. Les sources « Ulricus et « Ulrica » jaillissent des rochers 15 m. sous le sol de la buvette et leurs eaux sont amenées par leur propre pression aux robinets de la buvette, et à l'appareil d'embouteillage, où j'ai prélevé l'eau pour l'examen. La source de l'« Ulrich » présente un vif dégagement de gaz, elle a un débit de 30 litres par minute avec une température de 8°,1 C ; tandis que la source de « Ulrica » accuse avec un plus faible dégagement de gaz une température de 8°,2 C et un débit de 8 litres par minute. Pour l'émanation, j'ai trouvé à la source « Ulrich » 0,87, à celle « Ulrica » 1,00 u. d. M.

Le captage de la « vieille » source débitant 12 litres par minute est inaccessible, j'ai donc dû prendre l'eau à 2 m. environ du captage à l'échappement, où l'eau sort en grand jet fortement chargé de gaz. La température de l'eau se montait à 8°,0 C et le contenu d'émanation à 0,64 u. d. M.

Dans le tableau suivant j'ai réuni les valeurs pour le contenu en émanation des sources minérales de la Suisse examinées pendant le courant de l'année 1909.

Source	Caractère de la source	Provenance de la veine d'eau	Température de l'eau	Débit en litres par minute	Contenu d'émanation en u. d. M.
Acquarossa, « Kurhaus. »	Thermes ferrugineuses et arséniques.	Gneiss.	25.3 C	2600	3.02
« Satro. »	» »	»	24.0	g.	5.17
Andeer.	Ferrugineuse et séléniteuse.	Zone de contact entre les schistes des Grisons et le porphyre de la Rofna.	16.3	218	3.26
Clavadel.	Sulfureuse.	Gneiss et schistes micacés sur trias.	8.9	p.	1.75
Disentis, « Val Lunpegnia. »	Ferrugineuse.	Schistes cristallins.	7.9	p.	9.16
Fetan, « Baraigla. »	Acidule et ferrugineuse.	Schistes des Grisons.	10.3	p.	0.08
Fideris, « Trinkquelle. »	Ferrugineuse et sodique.	» »	7.4	7	0.63
« Badequelle. »	» »	» »	7.0	m.	0.73
Gadenstätt, « N° II. »	Ferrugineuse.	» »	9.5	p.	0.99
Gränichen, « N° I. »	Terreuse et ferrugineuse.	Limite de la molasse d'eau douce et marine.	10.0	p.	0.86
« N° II. »	» »	» »	10.8	m.	7.56
Ramsach Bad.	Séléniteuse.	Muschelkalk.	7.7	15	0.86

Rhäzüns.	Iodique, alcalique, acidule et ferrugineuse.	Schistes des Grisons.	16.9	250	0.91
Ruch-Eptingen.	Alcalique au gypse.	Muschelkalk avec gypse et dolomie.	5.1	25	1.13
Schuls, « Sotsass. »	Alcalique, terreuse et ferrugineuse.	Schistes des Grisons.	9.1	30	1.03
« Wy. »	» »	» »	8.3	50	0.81
Serneus.	Sulfureuse.	Schistes des Grisons.	8.4	60	1.11
Spinabad, « N° I. »	Sulfureuse.	Gneiss et schistes micacés.	7.0	m.	0.45
« N° II. »	»	» »	7.0	m.	0.41
Tarasp, « Bonifacius. »	Alcalique, acidule et ferrugineuse.	Schistes des Grisons.	7.0	11	0.20
« Carola. »	Alcalique, terreuse et ferrugineuse.	» » » »	7.1	55	1.13
« Lucius. »	Au sulfate de soude.		5.9	7.1	1.01
« Emerita. »	» »	» »	6.0	4.4	0.93
Val Sinestra, « Thomas. »	Alcalique, muriatique, arsénique, ferrigineuse et à l'acide borique.	» »	8.1	120	0.64
« Conradin. »	» »	» »	8.0	12	0 57
« Johannes. »	» »	» »	7.9	16	0.49
« Ulrich. »	» »	» »	8.1	30	0.87
« Ulrica. »	» »	» »	8.2	8	1.00
« vieille. »	» »	» »	8.0	12	0.64

Ce tableau montre que l'on a pu établir un contenu d'émanation radioactive considérable dans trois nouvelles sources minérales de la Suisse, notamment la source dans le Val Lumpegnia près de Disentis avec plus de 9,16 u. d. M., la source N° 2 de Gränichen avec 7,56 u. d. M. et la source du « satro » de Acquarossa, avec 5,17 u. d. M.

En dernier lieu j'exprime mes remerciements sincères à MM. les propriétaires des sources et directeurs des établissements de bains pour leur très aimable assistance dans mes recherches.

ÉTUDE DU VERSANT OCCIDENTAL

DE LA PREMIÈRE CHAINE DU JURA MÉRIDIONAL

ENTRE LE RECULET ET LA MANTIÈRE (CREDO)

PAR

Xenie de TSYTOVITCH

Introduction

La région de Chézery, entre la chaîne du Reculet-Crédo d'une part et celle du Crêt de Châlame d'autre part, présente plusieurs particularités intéressantes dont j'ai entrepris une étude détaillée. Parmi les caractères spéciaux de ce territoire, le plus frappant consiste dans l'effondrement de la chaîne du Reculet, dont le flanc occidental est enlevé jusqu'au cœur du Bajocien.

M. Schardt, dans ses études géologiques sur l'extrémité de la première chaîne du Jura, donne un très court aperçu sur les environs de Chézery ; il cite simplement l'écroulement de la montagne sur plus de 7 kilomètres de longueur et, sur la carte au $^1/_{250\,000}$ jointe à son travail, il indique une ligne de faille suivant de très près le cours de la Valserine et mettant en contact direct le noyau médiojurassique de l'anticlinal dejeté du Reculet avec la molasse de la Valserine. La

feuille de St-Claude de la carte géologique de France au $^{1}/_{80\,000}$ figure la même faille et donne au cœur médiojurassique du pli la même extension prolongée jusqu'à la Valserine dans toute la région de Chézery.

Déjà au printemps 1906 M. Sarasin a attiré mon attention sur l'anomalie de la faille dessinée sur les 2 cartes précitées et m'engagea à entreprendre l'étude détaillée de cette région, ce que je fis dès le mois de juillet de la même année.

Sur ces entrefaites je rencontrais à Chézery M. Riche et je reçus, bientôt après, de lui la petite note [1] publiée par le service géologique de France, dans laquelle il signalait brièvement le fait dont j'avais commencé l'examen.

Ces circonstances ont partiellement modifié mes intentions et j'ai consacré trois années successives à l'étude stratigraphique des divers niveaux du Jurassique et à l'exploitation de gisements fossilifères, qui m'ont fourni un matériel considérable.

Mes études paléontologiques seront publiées ultérieurement, mais j'ai maintenant suffisamment avancé mes recherches pour pouvoir décrire en détail les environs de Chézery et la stratigraphie précise du Jurassique de cette région. Les déterminations nécessaires à la rédaction de ce travail ont été effectuées au Laboratoire de géologie de l'Université de Genève, sous la direction de M. le professeur Ch. Sarasin, et je tiens à lui exprimer ici mes sentiments très reconnaissants pour l'intérêt qu'il m'a témoigné au cours de mes recherches.

[1] Extrait du *Bull. de la Carte géol. de France,* Mai 1906, N° 110. Tome XVI.

Généralités sur la topographie et la géologie de la région de Chézery.

La région qui fait l'objet de cette étude est limitée au N.-E. par le sommet du Reculet, au S.-W. par le massif de la Mantière. La limite orientale coïncide avec l'Arête de la Roche, tandis que le cours de la Valserine constitue sa limite occidentale. Le versant occidental de l'Arête de la Roche a été affecté par le gigantesque éboulement qui a tant influencé toute la topographie de la région.

Ce qui est frappant dans cette région, c'est la large zône d'arrachement intéressant le complexe du Séquanien et de l'Argovien, qui commence au SE du Creux du Reculet à l'altitude de 1300 m. et se continue le long de l'Arête de la Roche sur un espace de 7 kilomètres. Le ravin du Creux du Reculet ou ravin de la Rivière montre le pli déjeté dans toute sa plénitude, mais quelques dizaines de mètres plus au sud, il a subi une mutilation complète : toute la moitié NW de la voûte à partir de la ligne de faîte s'est écroulée : le noyau médiojurassique lui-même est affecté par des déformations, et le jambage renversé du pli est visiblement abrasé de la Rivière au hameau du Rosset. La voûte bajocienne-bathonienne ainsi morcelée peut être suivie depuis les Alpines jusqu'aux Replats ; quant au jambage renversé, toute sa partie supérieure a été entraînée dans l'éboulement de la voûte et du cœur du pli ; sa partie radicale qui est abrasée entre la Rivière et Rosset apparaît par contre entre le Rosset et les Replats, suivant une ligne passant au-dessus de la Charbonnière, l'Epeyrie, les Ruines et les Granges.

Aux Replats, là où la voûte suprajurassique se referme sur le Dogger, un grand éboulement de Séquanien-Portlandien masque la fin de la zône anticlinale bajocienne sous la masse de ses décombres qui s'étend du reste par dessus la Molasse jusqu'à la Valserine.

Considérons maintenant la région d'éboulement des environs de Chézery, nous distinguerons d'abord, au pied des roches en place, une zône supérieure couverte par des accumulations considérables de matériaux éboulés, appartenant surtout au Séquanien. Au-dessous, dans le bas des pentes et suivant une ligne à peu près parallèle à la Valserine, on constate une série de monticules de forme et de dimensions diverses, constitués par des bancs peu morcelés et ayant conservé par places un plongement assez régulier pour avoir pu être envisagés pendant longtemps comme des roches en place.

Ces monticules sont formés tantôt par le Bajocien-Bathonien et Oxfordien, comme c'est le cas aux environs de la Rivière et du Rosset, tantôt par le Séquanien et l'Argovien, comme par exemple au NE de Chézery.

Observations stratigraphiques.

Les études stratigraphiques et paléontologiques que j'ai effectuées dans la région de Chézery intéressent surtout le Jurassique inférieur et moyen; quant aux formations suprajurassiques, infracrétaciques et molassiques, je ne les ai pas étudiées d'une façon spéciale, parce qu'elles l'ont été déjà en détail par M. Schardt[1].

[1] Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura. 1891.

Le Jurassique inférieur et moyen du département de l'Ain a, il est vrai, été décrit par M. Riche [1], mais les observations de cet auteur n'ont pas porté spécialement sur la région qui nous intéresse.

Molasse et Crétacique.

Les affleurements molassiques des environs immédiats de Chézery ne se prêtent pas à une étude détaillée ; ils sont formés par des grès tendres verdâtres et jaunâtres, quartzeux et micacés, à ciment argileux, d'âge aquitanien. Au vallon de la Chat un banc de calcaire sublithographique d'eau douce est interstratifié dans ces couches, comme l'a indiqué déjà M. Riche. Ces molasses reposent, soit dans le vallon de la Chat, soit sur la rive droite de la Valserine aux environs de Chézery, sur un banc peu épais de calcaire rougeâtre gréseux à Epiaster, qui représente l'Aptien inférieur.

Au-dessous l'*Urgonien* qui forme les Rochers des Hirondelles, se présente avec ses deux niveaux connus du calcaire blanc à *Requienia Ammonia* et du calcaire ochreux, qui passe insensiblement au calcaire jaunâtre oolithique de l'*Hauterivien supérieur* ; l'*Hauterivien inférieur* est essentiellement marneux. La série du *Valangien* commence vers le haut par les calcaires spatiques et gréseux du calcaire roux auxquels succède une zone de calcaires compacts marmoréens correspondant au marbre bâtard du Jura Neuchâtelois.

[1] Jurassique inférieur du Jura méridional. *Annales de l'Université de Lyon.* 1893. Tome VI. 3 fasc.

Jurassique supérieur.

Dans ce chapitre, je traiterai sommairement des étages portlandien, kimmeridgien, séquanien et argovien, en réservant de traiter dans les chapitres suivants les étages sous-jacents, que j'ai plus spécialement examinés.

La série supra-jurassique forme le versant SE de la chaîne du Crêt de Châlame et est particulièrement bien visible au-dessus de la route de Lelex, le long de la gorge étroite du Creux Marnant. Elle débute vers le haut par des calcaires blancs, marmoréens dans leur partie supérieure, oolithiques et riches en polypiers vers leur base, qui représentent l'ensemble du *Portlandien* et du *Kimmeridgien* sans qu'aucune limite précise puisse être tracée entre les deux étages.

Le Kimmeridgien est relié par une transition lithologique graduelle au *Séquanien*. Celui-ci est plus régulièrement lité, ses calcaires sont plus gris et plus riches en éléments argileux, les oolithes y font défaut; divers Perisphinctes, en particulier *Per. Lothari* y abondent.

Entre le Séquanien et l'Oxfordien on trouve de nouveau une transition graduelle, qui consiste dans l'enrichissement en éléments argileux vers le bas, si bien que l'Oxfordien supérieur ou l'*Argovien* est constitué essentiellement par des couches marno-calcaires très délitables et stériles.

Oxfordien inférieur. — Cet étage comprend dans la chaîne du Reculet et du Crêt de Châlame des calcaires spongitiens, équivalents des couches de Birmensdorf.

Ces assises sont généralement fossilifères et j'ai en particulier exploité un riche gisement situé sur le versant sud du ravin principal du Creux du Reculet. Parmi la faune abondante d'ammonites de cette couche les espèces caractéristiques sont :

Oppelia Holbeini Op.	Perisphinctes lucingensis Favre.
Oppelia Wenzeli Op.	» Kiliani de Riaz.
Oppelia Henrici D'orb.	» cracoviensis de Riaz.
Perisphinctes Tiziani Op.	Aspidoceras perarmatum Sow.

Dans le versant occidental de la chaîne du Reculet ce faciès spongitien n'est séparé du Callovien fossilifère que par un banc stérile de calcaire dur à grain fin contenant en petite quantité des oolithes ferrugineuses, coloré localement par des amas de limonite, épais de 10 à 15 cm. et qui paraît appartenir encore au Callovien.

Par contre au nord du Crêt de Châlame, vers la limite des départements du Jura et de l'Ain, le Callovien supérieur et surmonté par une mince assise marneuse, qui m'a fourni un *Perisph aff. bernensis* de Lor. et une *Oppelia Richei* de Lor. et qui représente un dernier vestige à l'est des marnes oxfordiennes à *Creniceras Rengerri*.

Dans le versant oriental du Crêt de Châlame cette couche fait déjà défaut et les couches de Birmensdorf sont reliées au Callovien par un ensemble des bancs marno-calcaires, qui deviennent de plus en plus riches en oolithes et en limonite vers le bas.

Callovien

Le Callovien se présente sous un aspect très différent dans le versant occidental de la chaîne du Reculet et dans la chaîne du Crêt de Châlame.

Dans la chaîne du Reculet le Callovien débute vers le haut, sous le calcaire à oolithes ferrugineuses disséminées précité et le Spongitien, par une zone de calcaire marneux et ochreux, épaisse seulement de 2 à 4 cm., qui m'a fourni à côté de nombreux tubes de serpules quelques fragments de *Cardioceras Lamberti* et qui représente à elle seule tout le *Callovien supérieur*.

Le Callovien moyen — zone à *Reineckeia anceps*, très riche en oolithes ferrugineuses et épaisse de 15 cm., contient la faune suivante :

Nautilus Mojsisowicsi, Neum.
» Kutchenensis, Waag.
Belemnites Calloviensis, Oppel.
» hastatus, Blainv.
Sowerbyceras subtortisulcatum, Pomp.
Phylloceras mediterraneum, Neum.
» disputabile, Zittel.
» Kudernatchi, Hauer.
» suboltusum, Kudernatch.
» flabellatum, Neum.
» Manfredi, Oppel.
» transiens, Pomp.
Lytoceras Adeloides, Kudernatch.
Haploceras voultense, Opp.
Hecticoceras krakowiense, Neum.
» mathayense, Kilian.
» balinense, Bonar.
» punctatum, Stahl.
» Zieteni, n. sp.
» Sarasini, n. sp.
» Laubei, Neum.
» Pompeckyi, Bonar.
» pseudopunctatum, Lahusen.
» metomphalum, Bonar.
» taeniolatum, Bonar.
» rossiense, Teiss.
» nodosum, Bonar.
Hecticoceras evolutum, Lee.
» Bukowski, Bonar.
» sub-Matthey, Lee.
» svevum, Bonar.
» lunula, Rein.
» lunuloides, Kilian.
» pleurospanium, Par et Bon.
» hecticum, Rein.
» Haugi, Pop. Hatzeg.
Oppelia subtililobata, Waag.
» Baugieri d'Orb (= bidentata, Quenst).
Lophoceras pustulatum, Rein.
Oechoptychius refractus, Haan.
Stephanoceras coronatum, Brug.
» Renardi, Nik.
» Banksii, Sow.
Reineckeia anceps, d'Orb.
» Greppini, Opp.
» Straussi, Weith.
» Stuebeli, Steinm.
» lifolensis, »
» euactis, »
» Reussi, »
» Steinmanni, n. sp.
Cosmoceras Jason, Zieten.
» Proniae, Teiss.

Cosmoceras Gulielmi, Sow.
» Fuchsi Neum (= Jenzeni Teiss).
Perisphinctes sub-Backeriae-d'Orb.
» Backeriae, Sow.
» leptus, Gemm.
» sub-balinensis, Siemir.
» euryptichus, Neum.
» Gottchei, Steinm.
» Recuperoi, Gemm.
» mutatus Nikitin (non Trautch).
» Comptoni Pratt (= sub-mutatus Nik).
» variabilis, Lahusen.
» sulciferus, Opp.
» planus, Siemir.
» crassus, Siemir.
Perisphinctes curvicosta Neum. non Oppel, n. sp.
» Jupiter, Steinm.
» tenellus, Teiss.
» Kontkiewiczi, Siemir.
» rjazanensis, Teiss.
» subtilis, Neum.
» pseudomosquensis, Teiss.
» Gleimi, Steinm.
» subaurigerus, Teiss.
» Sciutoi, Gemm.
» curvicosta, Oppel.
» Bucharicus, Nikit.
» Orion, Opp.
» Schardti, Lee.
» funatus, Opp.
» furcula, Neum.
Kepplerites Gowerianus Sow.

Cette zone est séparée par une mince croûte (2 cm.) ferrugineuse contenant des serpules de l'assise à *macrocephalus*, qui comprend une couche de 12 cm. de calcaire gris très dur peu ferrugineux à oolithes irrégulièrement disséminées. Les gisements que j'ai eu l'occasion d'exploiter dans la chaîne du Reculet se trouvent d'abord, au nord des Alpines, sur l'arête qui sépare les 2 bras principaux du ravin de la Rivière, dans le jambage normal du pli ; ensuite au lieu dit Avalanche des Hautes, où l'étroite corniche callovienne se suit dans la voûte bajocienne-bathonienne écroulée. Plus au SW on retrouve la zone callovienne conservant constamment les mêmes caractères et la même épaisseur (25 à 30 cm.) au pied de la série normale que couronne l'Arête de la Roche.

Dans le versant oriental de la chaîne du Crêt de Châlame les affleurements du *Callovien* montrent que

son épaisseur atteint ici 2 mètres et présente de haut en bas la succession suivante :

1) Calcaire gris-bleuâtre à grain fin, montrant à la cassure des oolithes ferrugineuses disséminées et des taches ochreuses qui deviennent de plus en plus rares vers le haut. Ce banc épais de 40 cm., qui représente les couches transitoires entre le Spongitien et le Callovien, ne m'a fourni que quelques belemnites et brachiopodes indéterminables ; il se termine vers le haut par une zone marno-calcaire d'un gris cendré ayant déjà le caractère grumeleux du Spongitien, mais ne contenant pas encore la faune caractéristique de Birmensdorf.

2) Le Callovien supérieur proprement dit ou la zone à *Peltoceras athleta* est représenté par un banc calcaire épais de 15 cm., semblable au précédent, mais un peu plus riche en oolithes ferrugineuses et en limonite, dans lequel se trouve ensemble *Peltoceras athleta* et *Cardioceras Lamberti*.

Dans cette même couche on trouve en outre :

Nautilus Kutchenensis, Waag.
Sowerbyceras protortisulcatum, Pomp.
Cosmoceras ornatum, Schloth.
» Duncani, Sow.
Cardioceras Lamberti, Sow.
Cardioceras Sutherlandiae, Murch.
» Mariae, d'Orb.
Cadoceras Lalandeanum, d'Orb.
Peltoceras athleta, Phillips.

3) Un banc calcaire dur à grain fin, épais de 25 cm., qui ne se distingue des précédents que par l'absence des Peltoceras et des Cardioceras, mais contient quelques rares Phylloceras.

4) La zone à *Reineckeia anceps* est formée par un calcaire très marneux, divisé en deux bancs de 25 cm. d'épaisseur, remplis d'oolithes ferrugineuses et qui con-

tiennent une faune semblable à celle que nous avons signalée dans la chaîne du Reculet.

5) La zone à *Macr. macrocephalus* est formée par un calcaire gris bleuâtre à l'intérieur, gris jaunâtre à la surface, finement oolitique, encore riche en limonite, quoique beaucoup moins que la zone précédente. Ce complexe, épais de 1 m., est divisé en quatre bancs par de minces lits marneux, dans lesquels abondent les brachiopodes. Les fossiles caractéristiques de cette zone sont :

Macrocephalites macrocephalus Schloth.
» macrocephalus var. Canizzaroi Gemm.
» subtimidus, Waag.
Macrocephalites Pilleti, Par et Bon.
Sphaeroceras globuliforme Gemm.
» platystomum, Rein.
Belemnites subhastatus, Ziet.

6) La zone transitoire entre le *Bathonien* et le *Callovien* est constituée par deux bancs calcaires épais chacun de 30 cm., l'un présentant encore la cassure jaunâtre à petites oolithes ochreuses du Callovien, l'autre plus foncé et plus marneux, bleu en cassure fraîche et se rapprochant du Bathonien. Ces deux bancs sont stériles.

Cette coupe est prise sur le versant oriental du Crêt aux Merles, sur le nouveau chemin qui relie la combe de Magras à la Puïa.

L'ensemble de ces assises plonge du NW au SE d'environ 60°. Il affleure le long d'une série de combes alignées du SSW au NNE — la combe Benoit, la combe Georgeat et les Etrées. Aux Etrées, un peu au-dessus des maisons de Nant Sec, se trouve un bon gisement du Callovien en couches verticales, qui montre la même coupe que celle décrite plus haut de la Puïa.

Bathonien

L'étage bathonien dans la chaîne du Reculet est une formation essentiellement marneuse, à la constitution de laquelle prennent part des marnes avec des calcaires marneux et terreux alternativement compacts et délités. Le ravin de Ramas, qui commence au bas du Haut Plateau de Ramas et coupe la série normale du pli m'a offert un bon gisement dans le Bathonien.

Au-dessous du petit chalet Flamand affleurent, dans le haut du ravin, les assises du *Bathonien supérieur* représentées par un calcaire gris compact épais de 60 m. avec des interstratifications marneuses ; à 7 m. au-dessous de l'assise callovienne un banc un peu gréseux et contenant de gros grains de quartz disséminés m'a fourni la faune suivante :

Sphaeroceras bullatum, d'Orb.
Macrocephalites Morrisi, Opp.
Stephanoceras subcontractum, Morr et Lyc.
Stephanoceras Kudernatchi, nov. sp.
Dimorphoceras dimorphum, d'Orb.
Phylloceras heterophyllum, Sow.
Nautilus
Oecostraustes serrigerus, Waagen.
Oppelia fusca, Quenst.
Perisphinctes subtilis, Neum.
» procerus, Seebach.
» alligatus, Leckenby.
» Moorei, Opp.
» ex. aff. altiplicatus, Waag.
Pecten Lens, Sow,
Pecten demissus, Phill.
» vagans, Sow.
Cucullea cucullata, Goldfuss.
Arca Pratti, Morr et Lyc.
Isocardia tenera, Sow.
» nitida, Morr et Lyc.
Isocardia tenera var. globosa, n. var.
Cypricardia ex. aff. rostrata. Merian.
Lucina despecta, Phill.
» peregrina, Terq et J.
» Bellona, d'Orb.
Thracia oolithica, Terq et J.
Thracia lata, Gold non Ag.
» alta, Ag.
Modiola gibbosa, Sow.
» sowerbyana, d'Orb.
» ex. aff. imbricata, Sow.
Pleuromya varians, Ag.
Pholadomya Murchisoni, Sow.
Rhynchonella spinosa, Schoth.
Collyrites ovalis, Lesque.

Le *Bathonien moyen* est formé par une série de 6 à 8 gros bancs épais chacun d'environ 80 cm., riches en Echinides, Myacés et Parkinsonia.

Le *Bathonien inférieur* ne se distingue pas lithologiquement du Bathonien moyen; il comprend un ensemble de bancs (6) alternativement compacts et marneux, contenant encore quelques Myacés et des Echinides, mais en petit nombre, et riche vers le bas en *Avicula Münsteri* Bronn.

Faune du facies marno-calcaire du Bathonien moyen et inférieur.

Parkinsonia Parkinsoni, Sow.
Belemnites giganteus, Schlott.
» fusiformis, Park.
» ex. aff. canaliculatus.
Pecten ambiguus, Münst.
» Dewalquei, Opp.
Lima semicircularis, Goldf.
Pholadomya Murchisoni, Sow.
» acuticosta, Sow.
Pleuromya Jurassi, Brong.
» decurtata, Morr et Lyc.
Gresslya latior, Ag.
Arcomya cornuta, Terq et J.
Modiola gibbosa, Sow.
Rhynchonella varians, Schloth.
» spinosa, Schloth.
» concinna, Sow.
Terebratula maxillata, Sow.
» globata, Sow.
» perovalis, Sow.
» intermedia, Sow.
» Ferryi, Desl.
Waldheimia subbuculenta, Chap. et Dew.
Collyrites ringens, Ag.
» ovalis, Lesque.
Gasteropodes.

Bajocien

Malgré sa grande étendue et son épaisseur considérable cet étage est dépourvu de niveaux ammonitiques caractéristiques et ne m'a pas fourni de données intéressantes. On distingue dans le département de l'Ain 3 grandes subdivisions du Bajocien :

Calcaire à polypiers.

Calcaire à entroques.

Calcaire marneux à empreintes de Cancellophycus avec *Ludwigia Murchisoni* Sow.

Comme l'a très judicieusement observé M. Riche dans son « étude du Jura inférieur », il est impossible d'établir de subdivisions stratigraphiques soit dans le faciès à polypiers, soit dans le calcaire à entroques à cause des nombreuses variations qui se manifestent dans la succession des assises de ces deux complexes.

Dans la chaîne du Reculet la couche supérieure du Bajocien est une assise marneuse épaisse de 30 cm., ayant une grande analogie lithologique avec le Bathonien inférieur, qui renferme en abondance *Avicula Münsteri* Bronn sp. *Pecten disciformis* Schübl. et *Stephanoceras subcoronatum* Op.

Le *calcaire à Polypiers* épais de 60 m. environ comprend une série d'assises de calcaire compacte à polypiers rameux et astraeoïdes, de calcaire à grain fin à chailles siliceuses, de calcaire grossièrement spatique, de calcaire marno-terreux très fossilifère et de calcaire stérile à grain fin. Ces assises sont disposées sans ordre constant d'un point à l'autre de la région.

Coupe à l'entrée du ravin *de Ramas*.

assise marneuse à *Steph. subcoronatum* et *Avicula Münsteri*, 30 cm.
calcaire spathiques, 20 m.
calcaire marneux à Brachiopodes et Lamellibranches, 4 m.
banc de calcaire spathique, 50 cm.
calcaire marno-terreux à Brachiopodes, 1 m.
calcaire spathique, 3 m.
calcaire à Polypiers, 6 m.
calcaire à grain fin à chailles, 5 m.
calcaire à grain fin, 6 m.
calcaire spathique à *Steph. subcoronatum.*
calcaire fossilifère et à Polypiers, 10 m.

Cette dernière assise m'a fourni les espèces suivantes :

Thamnastrea mammosa, Edw et H.
Isastrea salinensis, Koby.
Isastrea Bernardi, d'Orb.
Isastrea Marcoui, Koby.
Stomechinus bigranularis, Desor.
Cidaris cucumifera, Ag.
Pseudodiadema pentagonum, Wright.
» Morierei, Cotteau.
Lima pectiniformis, Morr et Lyc.
Alectryonia Marschi, Sow.
Pinna triangularis, Grep.
Pecten Dewalquei, Opp.
Rhynchonella Pallas, Chap. et Dew.
» obsoleta, Sow.
» varians, Schloth.
» subdecorata, Davids.
Terebratula perovalis, Sow.
» ovoides, Sow.

Le faciès de calcaire à Entroques est mieux visible dans la chaîne du Crêt de Châlame où il constitue un complexe d'environ 30 à 40 m. Là il débute vers le haut par des bancs calcaires alternativement spathiques et marno-terreux; vers le bas l'élément spathique diminue progressivement et ainsi s'effectue le passage graduel aux couches à *Cancellophycus*. Celle-ci sont formées par un calcaire gréseux à paillettes micacées, bleu gris à la cassure fraîche, jaunâtre à l'extérieur renfermant *Ludwigia Murchisoni* et des empreintes abondantes de *Cancellophycus scoparius*. Les meilleurs affleurements de ce niveau se trouvent dans le ravin du Crêt aux Merles au N. de la scierie du Creux Marnant et à l'W. du Crêt de Châlame, en face de la Pierre Longue.

Lias

Au NW. du Crêt de Châlame, à l'altitude de 1400 dans la combe du Magras, affleurent les bancs alternativement compactes et schisteux d'un calcaire marneux bleuâtre, très dur du Lias supérieur. Ces bancs plongent, le long du ruisseau principal de la combe, vers l'E. de 50°.

Entre le complexe du Bajocien inférieur à Cancello-

phyeus et l'assise du Lias supérieur à *L. opalinum* existe une couche de calcaire gris bleuâtre épaisse de 40 à 50 cm. très analogue au Lias supérieur, mais contenant encore *Ludwigia Murchisoni*. Ensuite vient la zone à *Lioceras opalinum*. constituée par des bancs compactes d'un calcaire très résistant, m'ayant fourni :

Lioceras opalinum, Rein.
Harpoceras bradfordense, Buckm.
» plicatellum, Buckm.
» partitum, Buckm.
Herycites fallax, Benecke.
Lytoceras jurense, Zieten.
Nautilus intermedius, Sow.

Au-dessous de cette zone calcaire le Toarcien est formé d'assises beaucoup plus marneuses, qui contiennent sous forme de fossiles pyriteux la faune suivante :

Harpoceras bicarinatum, Ziet.
Grammoceras aalense, Ziet.
» mactra, Dumont.
» subcomptum, Branco.
» lotharingicum, Branco.
» fluitans, Dum.
» costosum, Quenst.
» duplicostatum, Haug.
» Grunowi, Hauer.
» leurum, Buckm.
» distans, Buckm.
Hildoceras bifrons, Bruguière.
Hammatoceras insigne, Schubler.
Hammatoceras ax. aff. variabile, d'Orb.
Dumortieria radiosa, Seebach.
» pseudoradiosa, Branco.
» Nicklesi, Benecke.
» Dumortieri, Thiol.
» rhodanica, Haug.
» Levesquei, d'Orb.
» Munieri, Haug.
» sparsicosta, Haug.
» striatulo-costata, Haug.
» prisca, Haug.
» irregularis, n. sp.
Coeloceras crassum, Phil.
Amaltheus ibex, Quenst.
Phylloceras heterophyllum, Sow.
» verticosum, Dum.
» tatricum, Puch.
» chonomphalum, Vacek.
» ex.aff.signodianum, d'Orb.
Nautilus ex. aff. semistriatus, d'Orb.
Trochus duryanus, d'Orb.
Turbo Sedgwicki, d'Orb.
Purpurina bathis, d'Orb.
Pleurotomaria ex. aff. opalina, d'Orb.
Ceromya, Astarte et Arca.
Belemmites breviformis, Voltz.
» acuarius, Schloth in Oppel.
» acuarius longisulcatus, Quenst.
» acuarius macer, Quenst.
» acuarius brevisulcatus, Quenst.
» compressus, Stahl.
» irregularis, Schloth.
» exilis, d'Orb.
» tripartitus, Schloth.
» tripartitus brevis, Schloth.
» spinatus, Quenst.
» unisulcatus, Blainville.
» tricanaliculatus, Hartmann

(A suivre.)

L'EXTENSION DU HÊTRE

FONCTION DU CLIMAT

PAR

A. WOEIKOF

(Suite et fin)

VI

Les botanistes s'accordent à distinguer le hêtre du Caucase du *F. silvatica*. Jusqu'à présent, on n'a connu qu'une seule espèce *F. orientalis* Lipsky. Actuellement M. Palibine distingue deux espèces pour le Caucase, *F. orientalis* Lipsky[1] et *F. Hohenackeriana* Palib. La première de ces espèces se rapproche plutôt du hêtre japonais *F. Sieboldi* Endl., que de *F. silvatica*.

Quoiqu'il en soit, le hêtre caucasien n'atteint pas les plaines au nord de la chaîne. Quant au sud, il se trouve jusqu'aux rives de la mer Noire dans le *climat excessivement humide et pluvieux de la Colchide*, au sud-ouest du Caucase, et descend moins bas qu'au nord dans la Transcaucasie orientale, où le climat est généralement sec[2].

Le climat colchique est très remarquable. Je donne

[1] La première espèce dans la plus grande partie du Caucase, la seconde dans le Daghestan et le Talysch.

[2] M. Figurowsky, un météorologiste qui connait bien le Caucase, me communique le fait suivant : à Zikhidziri, près de Batoum, il y a une forêt de vieux hêtres ; quand on commença à éclaircir la forêt, en laissant les vieux arbres en place, ceux-ci en souffrirent beaucoup et plusieurs ont déjà péri. On voit par cela à quel point la protection des arbres voisins est nécessaire au hêtre dans cette

des chiffres pour 3 stations. Elles sont au bord de la mer Noire.

Soukhoum.....	43° N 41° E.
Poti (embouchure du Rion)	42°.1 N 41°.6 E.
Batoum.....	41°.7 N 41°.6 E.

Température de l'air.

	Janvier	Avril	Août[1]	Octobre	Année
Soukhoum....	5.5	12.3	13.6	16.9	14.4
Poti.....	5.2	11.9	23.5	17.0	14.4
Batoum.....	6.3	11.1	23.7	17.0	14.5

Humidité relative : Batoum année 80 °/₀ ; les mois de mars à octobre de 80 °/₀ à 83 °/₀.

Nébulosité : Soukhoum année 4,6, été 4,2. *Poti* année 5,8, été 5,4. *Batoum* année 5,2, été 5,0.

Pluie. Quantité. Soukhoum année 1168^{mm} ; printemps 282 ; été 291 ; automne 329. *Poti* année 1586 ; printemps 216 ; été 534 ; automne ; 483. *Batoum* année 2408 ; printemps 354 ; été 522 ; automne 739.

Nombre de jours : Soukhoum année 126 ; juin 11 ; juillet 9 ; août 8. *Poti* année 143 ; juin 10 ; juillet 11 ; août 12. *Batoum* année 159 ; juin 10 ; juillet 11 ; août 13.

Il n'y a rien de semblable, à latitude égale, dans la région méditerranéenne. Avec cette grande quantité de pluie dans toutes les saisons et surtout cette grande humidité de l'air, même en été, on ne peut s'étonner que le hêtre puisse vivre même au bord de la mer, où quatre mois de l'année ont une température supérieure à 20° et deux une supérieure à 23°.

latitude. On a vu plus haut que le contraire s'observe par exemple dans les collines d'Ecosse. C'est que dans ce climat nuageux et brumeux, les arbres cherchent la lumière et la chaleur du soleil.

[1] Le mois d'août est le plus chaud de l'année.

La limite supérieure du hêtre au nord de la chaîne caucasique est 1980 m. dans le bassin supérieur de la Bjelaïa, tributaire gauche du Kouban. Au nord-est d'ici, nous avons la station de Khoutorok 45°,1 nord, 41° est 157 m. qui donne les températures suivantes :

Janvier	Avril	Juillet	Octobre
- 4.1	10.7	23.3	12.3

Les hautes stations météorologiques manquent au nord de la chaîne caucasique. On considère souvent Kobi, sur la grande route du Caucase comme une station du versant nord ; mais elle se trouve entre les deux chaînes du Caucase, c'est-à-dire dans une situation pareille à celles des hautes stations du Valais dans les Alpes.

Vu le manque de stations caucasiennes au nord de la chaîne, j'ai pris les chiffres de M. Maurer pour les Alpes centrales. J'obtiens ainsi une somme de température de 860° au-dessus de 5° et de 710° au-dessus de 6°. Ces chiffres sont à peu près les mêmes que ceux que j'ai trouvés pour les Grisons.

Je ne trouve pas possible de m'arrêter aux conditions climatériques des limites du hêtre dans le petit Caucase ou l'Anticaucase, et en général au sud de la chaîne principale. Il y a bien quelques hautes stations, mais les conditions de température y sont compliquées à l'extrême. Quelques exemples le feront voir. Température de l'air :

	Lat. N.	Long. E.	Hauteur m.	Janvier	Avril	Juillet	Oct.
Goudaour...	42°.5	44°.5	2204	- 6.7	2.3	13.1	5.9
Abas-Touman.	41°.6	42°.8	1292	- 7.4	5.4	16.6	7.8
Bjely Klioutch	41°.6	44°.3	1154	- 1.0	8.0	19.3	11.2
Kars	40°.6	43°.1	1742	-16.4	4.8	17.2	7.7

Les 5 espèces de hêtres de l'Asie orientale vivent dans des climats très humides et très pluvieux pendant les 7 mois les plus importants pour la végétation. Au Japon on trouve le hêtre depuis le sud de l'île de Hokkaïdo (Yesso) jusqu'au sud du Japon proprement dit, ainsi que dans l'île de Formose.

Jusqu'à l'extrême nord de son habitat, à Hakodaté, juillet et août ont une moyenne supérieure à 19°, il ne peut donc être question d'une insuffisance de chaleur pendant la période de végétation. Si le hêtre ne pénètre pas plus au nord, c'est probablement le froid de l'hiver qui en est cause, car à Hakodaté le mois de janvier a une moyenne de —3°, et à Sapparo 1° $^1/_4$, au nord la moyenne est déjà de —6 et 4 mois ont une moyenne inférieure à 0°.

Les moyennes de l'humidité relative ne descendent guère au-dessous de 70 % dans les mois d'été, dans tout le Japon, les pluies sont partout supérieures à un mètre et n'approchent de cette limite que dans l'extrême nord-est de l'île principale (Hondo ou Nippon) d'une part et au bord de la mer Intérieure de l'autre. Dans les trois quarts du pays il tombe plus de 1 $^1/_2$ m. par an, et la période de végétation est partout pluvieuse.

L'île de Formose, beaucoup plus chaude que le Japon proprement dit, est très humide et très pluvieuse. Nous manquons d'observations météorologiques dans la partie montagneuse de l'île, où l'on trouve le hêtre.

Il en est de même dans la partie moyenne et occidentale de la Chine. Mais il est à remarquer que, même en plaine, les pluies sont fort abondantes et

l'humidité relative fort grande d'avril à octobre. Ce n'est qu'en Chine et aux États-Unis que l'on observe des pluies supérieures à 1 m. par an en plaine entre 30° et 40° nord, dans les autres pays de ces latitudes, des quantités aussi considérables ne tombent que dans des régions montagneuses peu étendues et au bord des mers dans le voisinage des montagnes.

Si la plaine chinoise est si humide et si pluvieuse dans la moitié chaude de l'année, nous devons nous attendre à des pluies beaucoup plus fortes dans les montagnes où l'on trouve le hêtre.

Le hêtre se trouve aussi au Yun-nan, la province sud-ouest de la Chine. Les pluies y sont très abondantes et très régulières pendant la période de végétation du hêtre, l'air est humide.

VIII

Le hêtre de l'Amérique du nord (*Fagus grandifolia* Ehrh., appelé aussi quelquefois *F. ferruginea*) a une vie beaucoup plus étendue en plaine que le *F. silvatica;* et comme dans l'Amérique du nord, la diminution de température vers le nord est beaucoup plus rapide qu'en Europe, le hêtre américain est soumis à des variations de température beaucoup plus grandes que le hêtre européen et les hêtres asiatiques. Ses limites sont à peu près : un peu au nord du Saint-Laurent, puis au nord des lacs Huron et Michigan, puis un peu à l'ouest de ce dernier et à l'est du Missisipi, au confluent du Missouri elle passe à l'ouest du Missisipi, de manière à englober la plus grande partie de l'état du Missouri, tout l'Arkansas et l'est du Texas jusqu'à peu près au 98° latitude W. et au golfe du Mexique, puis

enfin elle passe vers le 30° nord, laissant la péninsule de Floride hors de la région du hêtre.

Au nord le hêtre se trouve encore près de Québec, où les températures moyennes sont :

Janvier —11,2 ; avril 2,2 ; juillet 20,2 ; octobre 6,9 ; année 4,2. C'est la température de la Russie centrale, de la région un peu au sud-est de Moscou, le minimum moyen annuel est de —30,7 et quelquefois le thermomètre y tombe jusqu'à —40°. La saison estivale y est courte, mais assez chaude, la somme de température au-dessus de 5° est 1690° et au-dessus de 6° 1520°.

C'est plus que suffisant, mais les froids de l'hiver sont longs et forts, et le hêtre européen est exclu des pays où l'hiver est pareil à celui de Québec et même de ceux où l'hiver est de 4° plus chaud qu'à Québec. La basse température près des racines, quand la chaleur solaire est déjà très forte et la température de l'air de plus de 15° devrait être nuisible au hêtre, si le hêtre de l'Amérique du Nord a les mêmes exigences que celui d'Europe.

Cependant il convient de considérer que les précipitations sont très fortes dans cette partie du Canada : il tombe plus de 1 m. d'eau par an, et au surplus ce n'est pas pendant l'été seulement qu'il tombe beaucoup d'eau, mais les neiges encore sont si abondantes que peu de pays hors des montagnes peuvent se comparer au Canada.

Il paraît qu'une grande somme de chaleur solaire et beaucoup d'humidité sont des conditions très favorables à la végétation, même arborescente ; on sait que la végétation est très belle sur le cours moyen du fleuve

Amour, dans la latitude de Québec et plus au nord même, et cela avec des températures moyennes de janvier de beaucoup inférieures à —20°.

L'abondance de la neige au Canada doit donner une température moyenne annuelle du sol de beaucoup supérieure à celle de l'air[1].

Si le hêtre nord-américain s'étend au nord jusqu'à des régions à hiver subpolaire, il se trouve par son extension au sud, dans des régions subtropicales où 5 mois de l'année ont des températures moyennes au-dessus de 20° et l'été est plus chaud et aussi humide que celui de l'équateur. Je donne quelques chiffres pour la partie méridionale de la région du hêtre aux États-Unis.

	Températures				Pluies mm.		Jours de pluie[1]			Humidité relative[2]
	Janvier	Avril	Juillet	Octobre	Année	Été	Juin	Juillet	Août	Juillet et Août
Charleston (Caroline du Sud)	9.6	17.7	27.4	19.5	1323	498	11	12	14	80
Pensaeola (Floride)	11.3	19.8	27.4	20.8	1428	490	10	15	14	79
Mobile (Alabama) . . .	9.9	18.9	26.9	19.5	1576	480	12	15	14	83
Nouvelle-Orléans	11.7	19.9	27.4	20.8	1458	463	14	16	14	79
Memphis (Tenessée) . . .	4.6	16.6	27.1	16.9	1278	282	10	10	8	77

[1] La hauteur moyenne de la neige pour la province de Québec est de plus de 2,8 m.

[2] Jours avec pluies de plus de 0,01 pouces = 0,25 mm.

[3] Malheureusement les observations se font à 8 a. m. et 8 p. m., les moyennes de ces deux heures donnent une humidité plus grande que la moyenne journalière vraie. Cependant, vu la petite amplitude diurne de l'humidité dans les états du sud, l'erreur est probablement de moins de 5 %.

Le mois de juillet, dans ce pays, est plus chaud que partout en Europe, plus chaud même qu'à la côte septentrionale de l'Afrique, et avec cela l'été est humide et pluvieux. Il paraît que ce climat convient au hêtre, qui se trouve jusqu'au 30° latitude nord dans l'Amérique du Nord.

En général, le *Fagus grandifolia* croît dans des régions où il tombe plus d'un mètre d'eau, comme dans toute la région atlantique des États-Unis et des états du Sud jusqu'à 98° latitude W. à peu près. Je donne pour cette dernière région des moyennes par états calculées d'après un grand nombre de stations.

Quantité de pluie par an : Virginie 108, Caroline du Nord 136, Caroline du Sud 115, Georgie 130, Floride[1] 139, Alabama 136, Missisipi 135, Tenessée 129, Kentucky 118, Arkansas 128, Louisiane 137 cm.

Si nous ajoutons à ces états les quatre cinquièmes du Missouri et le quart du Texas où les pluies sont supérieures à 1 mètre par an, et déduisons les trois quarts de la Floride où le hêtre ne se trouve plus, c'est une étendue de 1569 mille km² où l'on trouve le hêtre et où le mois de juillet a une température au-dessus de 25°, les montagnes exceptées. Cette superficie est supérieure à celle de l'Allemagne, de la France et de l'Espagne réunies.

Les limites du *Fagus grandifolia* ont été données d'après une carte manuscrite d'un botaniste distingué, le Dr Ch.-E. Faxon. M. Sargent, le plus éminent dendrologiste de l'Amérique, écrit à propos de cet arbre :

« Le *Fagus grandifolia*, quoique moins commun que

[1] Ce n'est pas la partie méridionale de la Floride qui est la plus pluvieuse, mais le nord continental, où se trouve encore le hêtre.

certains chênes, est un arbre très répandu dans l'Est de l'Amérique du Nord ; il se trouve sur les sols riches des petits plateaux (Uplands) et des pentes, où il forme souvent des forêts pures de grande étendue. Dans le sud il se trouve surtout dans le bas des vallées et à la lisière des marais. Il s'élève jusqu'aux cîmes des Alleghanys du sud[1] ».

En ce qui concerne les influences climatiques sur la cause de stabilité du hêtre américain en comparaison du hêtre européen, il n'existe que des suppositions. M. Palibine, qui s'occupe de l'histoire de ce genre, admet que la double nature des hêtres dépend probablement de causes historiques. Il dit que depuis l'époque crétacée, on connaît deux types ancestraux de hêtres, celui d'Europe et celui de l'Amérique du Nord ; ce dernier est plus résistant.

« Dans la seconde partie de l'époque tertiaire il était très répandu en Europe et n'y disparut que pendant l'époque quaternaire, cédant la place au *F. silvatica* ».

IX

Le hêtre austral ou *Nothofagus* a le plus grand nombre d'espèces dans l'Amérique du Sud. M. Reiche[1] les divise en deux classes : 1° les hêtres à feuilles caduques, *N. obliqua* Bl., *N. procera* Oerst., *N. antarctica* Oerst., *N. pumilio* Krasser, qui peuvent être classés dans la « Buchenformation » de Griesebach, et les *hêtres toujours verts : F. Dombeyi* Bl., *N. betuloïdes* Bl. et *N. nitida* Krasser, à petites feuilles, qui

[1] Sargent, The silva of North America, vol. 9, p. 29, 1896.

[2] Reiche, Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Chile, Leipzig, 1907.

rentrent dans la « Myrtenformation » du même savant.

En général, les premiers se trouvent dans des climats plus chauds et plus secs, les seconds là où la température est plus basse, les pluies et neiges plus abondantes, l'humidité de l'air plus grande.

Le *N. obliqua* se trouve le plus au nord, dans le Cerro de Roble, entre 100-1800 m., à commencer par le 33° sud. Il est impossible de déterminer la température de cette région, les observations dans les montagnes manquent et de plus, au bord de la mer, à Valparaïso par exemple, la température de la saison chaude est anormalement basse (janvier 17°,2), grâce à des vents de l'W., venant du courant froid de ces régions. Il est tout aussi impossible de trouver la quantité de pluies à la hauteur des *Nothofagus*. A Valparaïso, il ne tombe que 350^{mm} en 25 jours ; cette quantité est certainement plus grande dans les montagnes. Les *N. pumilio* et *N. antarctica* se rencontrent même à l'est des Andes et jusqu'à la Terre de Feu.

Le *N. betuloïdes* Bl. prospère depuis la Cordillera pelada, sous le 40°,5 sud, jusqu'à la Terre de Feu. Il se trouve surtout le long de la côte.

Ici on a des observations de sept années dans l'îlot des Évangélistes, à l'entrée du détroit de Magellan, 52°,4 latitude sud. C'est un des climats les plus humides et les plus pluvieux du globe, et le nombre de jours de pluie est sans pareil sur notre planète : 332 par an.

La quantité est considérable aussi : hiver 537, printemps 690, été 834, automne 748, année 2809^{mm}.

La température de l'air est :

				Sommes de températures depuis		
Janvier	Avril	Juillet	Octobre	3°	5°	6°
9.1	7.6	3.4	5.7	1240	560	300

Les sommes de température sont remarquablement faibles, surtout si l'on prend en considération la très grande nébulosité du pays (tous les mois plus de 7). J'ai calculé aussi les sommes depuis 3°.

Comme le *Nothofagus Cetuloïdes* ne s'arrête pas à la latitude de l'îlot des Évangélistes, et se répand aussi dans les montagnes, ces sommes sont loin de représenter le minimum de sommes de température dont il peut se contenter.

Ce minimum est aussi impossible à calculer pour les autres espèces de *Nothofagus*.

J'emprunte les notices suivantes sur le climat *des terres magellaniques* au travail de M. Dusen, qui prit part à la grande expédition suédoise dans ces pays, sous la direction de Nordenskiöld (Svenska expedit. till Magellanslanderna, V. III, N° 10, Stockholm 1903).

Il divise le pays en trois zônes : 1° à l'est la Pampa entièrement déboisée, très pauvre en pluie et neige ; 2° la région moyenne, à précipitations modérées, les Nothofagus à feuilles caduques y dominent. Enfin 3° à l'ouest une zône excessivement humide, nuageuse et pluvieuse, où dominent les Nothofagus à feuilles persistantes. Il remarque à propos du climat :

« Nous avons les observations de l'expédition française du Cap Horn (baie Orange) pour la dernière région ; elles donnent 1500^{mm} de précipitations. Pour la seconde région, Ushuäia 2511^{mm} et Punta Arenas 370^{mm}, mais cette dernière ville est déjà à la limite de la Pampa. Je crois que les moyennes de la seconde zone sont plus élevées même que celles de l'Ushuaïa.

La baie Orange ayant une situation abritée contre les

vents dominants et les plus pluvieux, il faut penser que les pluies sont plus fortes à l'ouest. »

A l'entrée est du détroit de Magellan, sous 52°,4 latitude sud existe la station du Cap Dungeness. Autour d'elle il y a la Pampa, dépourvue d'arbres. Ce n'est pas le froid de l'hiver qui exclut ici le hêtre, car le mois le plus froid a une température au-dessus de 1°, l'été et l'année sont plus chauds qu'à l'îlot des Evangélistes, l'air est assez humide, mais les pluies sont insuffisantes, 329^{mm} par an et 34 seulement en été. En Europe et en Asie je ne trouve pas de pays d'où le hêtre soit exclu seulement par le manque de pluie, il s'y ajoute toujours une autre circonstance nuisible à l'arbre, comme la sécheresse de l'air, une insolation très forte ou de très fortes gelées en hiver, de sorte que la cause la plus importante est difficile à trouver.

Ici le doute est impossible, c'est certainement la trop petite quantité de pluie qui exclut le *Nothofagus* des régions est du détroit de Magellan.

Il y a une autre région à Nothofagus en Australie et les grandes îles voisines, la Tasmanie et la Nouvelle Zélande. Dans cette dernière, d'après les informations que je possède, les *Nothofagus* (*N. Menziesii* Oerst., *N. Solandri* Krasser, *N. Fusca* Oerst., *N. Cliffortioïdes* Oerst., *N. apiculata* Krasser, *N. Blairii* Krasser) forment des forêts de grands arbres, qui se trouvent dans les montagnes et descendent jusqu'à la mer.

Le climat de ces deux grandes îles est maritime à un haut point : une température limitée, sans grandes chaleurs ni grands froids, des vents forts, une grande humidité de l'air, des pluies abondantes qui ne tombent un peu au-dessous de 1 m. par an que dans les

plaines du sud-est, abritées par de hautes montagnes contre les vents humides du NW ; elles atteignent presque 3 m. par an vers la côte occidentale, au pied des Alpes Néo-Zélandaises. Dans ces montagnes, les précipitations sont beaucoup plus abondantes, et à défaut d'observations pluviométriques, les immenses névés et glaciers en font foi; sous le 43° latitude sud, pareille à celle de Nice, le glacier François-Joseph descend à 210 m. au-dessus du niveau de la mer.

Les températures moyennes sont :

Latitude S.		Année	Mois le plus froid	Mois le plus chaud
35°	Mongonui....	16.1	11.8	20.6
41°	Wellington...	13.1	9.1	17.3
42°½	Kokitika.....	11.6	7.2	15.7
46°	Southland....	10.2	5.3	14.6

En Australie les pluies sont très abondantes à l'est des montagnes, ainsi que dans les montagnes mêmes, mais elles sont très irrégulières. Les températures estivales ne sont pas hautes dans la région côtière, janvier, à Sidney (34°,5) 21,8, à Melbourne (38°5) 19,1, mais de temps en temps il y a des vents très chauds et très secs de l'intérieur, pendant lesquels la température, à Melbourne, s'élève au-dessus de 40° et l'humidité est inférieure à 20 %. Le *Nothofagus* ne se trouve que dans les montagnes où, dans des situations abritées, on trouve même des fougères arborescentes, et où certainement il n'y a jamais d'aussi hautes températures, ni une humidité aussi petite.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 21 avril 1910

L. Duparc. La région des pegmatites des environs d'Antsirabé (Madagascar). — Th. Tommasina. L'élémentarquantum et la théorie électronique de l'éther.

M. le prof. L. Duparc a visité l'an dernier la région des pegmatites des environs d'Antsirabé (Madagascar) et en a rapporté un matériel considérable dont il a entrepris l'étude avec ses assistants M. Wunder et Sabot. Cette étude est à peu près achevée et le travail complet paraîtra dans les mémoires de la Société de physique. M. Duparc en résume les points principaux :

La géologie de la région des pegmatites est simple ; sur la bordure orientale de la zone comprise entre Ambositra et Antsirabé on trouve d'abord une large bande de roches granitiques qui sont partout plus ou moins profondément latéritisées, et qui supportent les cônes volcaniques qui terminent le massif de l'Ankaratra vers le sud (Itavo, Tritriv. Vohitra, etc.). Ces granits sont très acides et ont été étudiés en divers endroits : Ceux qui forment le soubassement du Vohitra renferment un peu de magnétite, de la hornblende verte rare, passablement d'oligoclase acide. Beaucoup de microcline, de l'orthose et du quartz. Ceux qui supportent le cone balsatique de Tritriv sont à peu près idendiques, mais la biotite y remplace le mica noir et le quartz affecte de superbes formes granulitiques. Quant aux granits qui sont développés plus au sud et

dont celui d'Ilaka offre le meilleur type. il renferme du sphène en jolis cristaux. du zircon rare et plus petit. un peu de magnétite. de la hornblende vert bleuâtre très polychroïque, peu de biotite. de l'épidote, un peu d'oligoclase acide, beaucoup d'orthose et du quartz à tendance granulitique abondant. Dans les variétés prophyroïdes c'est le microcline à veinules d'albite qui forme les phénocristaux. Des diorites sont en relation avec ce granit; elles renferment beaucoup de hornblende, de la biotite brune, de l'épidote, du plagioclase du groupe andésine-labrador et du quartz.

Les cônes basaltiques qui dans le voisinage d'Antsirabé, reposent sur le granit, sont en partie admirablement conservés (Tritriv) et témoignent que les dernières éruptions de Madagascar sont de date relativement très récente. Les fractures par lesquelles ces roches sont montées se sont sans doute produites lors de la dernière dislocation qui a affecté l'île et qui est vraisemblablement la cause première du rajeunissement des vallées que l'on observe sur la côte orientale. Un certain nombre de ces roches basaltiques ont fait l'objet d'un examen détaillé : A la *coulée de Vinonikarena* au sud d'Antsirabé, la première consolidation très abondante, est formée de grandes augites et de grosses olivines; la pâte vitreuse renferme des microlithes de labrador, des grains de magnétite et quelques microlithes d'augite et d'olivine. *Au volcan de Tritriv*, sur les variétés scoriacées, la première consolidation renferme de l'augite, beaucoup d'olivine et peu de plagioclase, tandis que la pâte est vitreuse, brunâtre et renferme quelques rares microlithes filiformes de labrador. *Au volcan de Vohitra*, sur la coulée, la première consolidation abondante est formée par de l'olivine et quelques feldspaths allongés à l'instar des microlithes; tandis que la pâte est entièrement cristalline et fluidale, et formée par de longs et gros microlithes de labrador avec un peu d'olivine et beaucoup de magnétite. Sur un épanchement basaltique qui se trouve à *une faible distance et à l'ouest de Tritriv*, la première consolidation est presque entièrement formée

par des cristaux terminés d'olivine avec très peu d'augite, tandis que la pâte entièrement cristalline, à structure diabaso-grenne est foncée par des microlithes d'augite abondants et de plagioclase dominants (Ab_5An_3-Ab_1An_1) avec peu d'olivine et beaucoup de magnétite. Enfin sur le basalte que l'on rencontre sur la route qui va d'*Antsirabé à Tongarivo*, la première consolidation est formée par de grosses augites très corrodées et entourées d'une auréole, tandis que la pâte entièrement cristalline est fluidale, est formée par l'enchevêtrement de gros microlithes de feldspath (Ab_5An_3-Ab_1An_1) avec des microlites abondants d'olivine et de magnétite.

	Basalte de Vohitra	Basalte de Tritriv
SiO_2 =	46.61	49.05
TiO_2 =	3.21	2.25
Al_2O_3 =	14.92	14.75
Fe_2O_3 =	6.38	3.38
FeO =	7.81	8.61
MnO =	0.07	0.20
K_2O =	1.45	1.66
Na_2O =	3.07	2.99
CaO =	9.23	9.60
MgO =	7.29	8.54
P_2O_5 =	0.47	0.51
H_2O =	1.50	0.22
	101.94	101.80

Malgré les différences microscopiques que présentent ces basaltes, ils sont bien l'expression de la cristallisation d'un même magma comme le montrent les différentes analyses que nous avons exécutées.

A l'est de la région granitique indiquée se trouve une large zone formée par des quartzites plus ou moins micacées, qui plongent en général à l'ouest, et forment une série de crêtes plus ou moins parallèles, séparées par des plateaux. Ces quartzites sont généralement blanches et formées par des grains polyédriques de quartz associés à une proportion variable de mica. Elles passent à leur

partie supérieure à des micaschistes francs à deux micas ou à mica noir dans lesquels une biolite brune très polychroïque, disposée généralement en couches parallèles, s'associe à des grains de quartz. Cette zone de quartzite est localement percée par des boutonnières de granit acide. A l'ouest de la grande chaîne d'Ambatoménaloa, une longue bande de cipolins qui forme une zone synclinale manifeste, est encaissée par ces quartzites; elle constitue le plateau d'Analalava. Plus au sud une seconde bande de cipolins s'intercale dans la zone des quartzites à l'est de la première; elle débute aux sources de la rivière Sohatany, et se trouve à l'ouest de la grande chaîne de l'Ibity qui est en quartzites.

Quartzites et cipolins sont traversés par d'innombrables veines de pegmatite qui sont intercalées parallèlement aux couches, mais qui forment aussi de véritables filons plus ou moins normaux sur la direction de celles-ci. Les pegmatites qui constituent ces filons sont de types variés, à individus souvent gigantoplasmatiques; elles renferment une foule de minéraux accessoires dont les principaux sont : 1° Le béryl bleu (aiguemarine) gisements d'Antaboko, de Tongafena, d'Ambatolampy, de Tétehina, etc.; 2° Un béryl rose qui existe sous deux formes cristallographiques distinctes, l'une en cristaux allongés selon $(10\bar{1}0)$ avec (0001) et $(11\bar{2}1)$, l'autre en cristaux aplatis selon (0001) avec les faces $(10\bar{1}0)$ $(20\bar{2}1)$ $(11\bar{2}0)$ et $(33\bar{6}4)$. Ces deux béryls roses sont alcalifères, le premier qui est légèrement biaxe, a comme indices $ng = 1.5838$ $np = 1.5747$. 3° Des tourmalines zonées qui se trouvent généralement dans les filons encaissés dans le cipolin mais aussi dans ceux des quartzites. Les différentes zones qui se succèdent d'une façon tout à fait arbitraire et sont souvent inverses sur les cristaux d'un même gisement sont formées par de la tourmaline rose ou de la rubellite, de la tourmaline brune de diverses teintes, de la tourmaline jaune canari et de la tourmaline noire. Les propriétés optiques de ces différentes tourmalines ainsi que des autres minéraux des pegmatites (indices, etc.) ont été

étudiées dans une précédente note; elles varient d'une façon sensible avec la couleur. 4° Du triphane et de la Kunzite. 5° Du grenat spersartine, etc.

Les cipolins au contact des filons de pegmatite sont profondément modifiés, ils se chargent de mica noir et de diopside, en même temps la bordure de contact immédiat est criblée de cristaux corrodés de tourmaline noire. Certains filons empâtent des blocs arrachés de ces cipolins; le métamorphisme observé sur ceux-ci est le même mais encore plus intense.

Il était intéressant de vérifier si la composition chimique des tourmalines qui forment les différentes zones des cristaux était sensiblement différente. Le tableau ci-dessous donne les résultats obtenus :

Gisements	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	CaO	MgO	Fl	K_2O	Na_2O	Li_2O	H_2O	B_2O_3
Tsilaisine jaune clair....	36.77	39.12	0.58	5.14	0.77	0.21	1.24	0.10	1.47	0.59	—	—
— brun foncé....	35.79	40.06	0.61	5.85	0.90	0.19	0.90	0.10	1.22	0.18	—	—
— noire brunâtre	35.54	37.43	4.08	5.60	0.58	0.13	0.73	0.10	1.43	0.11	—	—
— rose.....	37.52	40.08	0.40	0.63	2.45	0.39	1.05	0.09	1.58	0.66	—	
Maroando rose.....	37.06	40.53	0.40	1.23	2.58	0.43	1.23	0.12	0.80	0.11	—	—
Antaboko —	37.30	38.91	0.79	0.52	4.10	0.31	1.40	0.10	0.76	1.03	—	—
Antsongombat rose.....	37.78	41.25	0.42	1.83	1.03	0.20	0.81	0.08	2.39	1.01	—	—
— rouge foncé	37.72	41.14	0.65	1.72	0.90	0.24	0.78	0.09	2.12	1.13	—	—

M. Th. Tommasina. — *L'élémentarquantum et la théorie électronique de l'éther.* — Trente-quatrième Note *sur la physique de la gravitation universelle.*

Quelques-unes des théories analytiques, plus en vue actuellement, ayant conduit à des résultats contradictoires avec les faits les mieux établis par l'expérience, les physico-mathématiciens se sont décidés finalement à introduire une hypothèse atomistique de l'énergie rayonnante, et M. Stark a donné le nom d'*élémentarquantum* à cet élément quantitatif ultime qui correspond à la constante ε de la formule de Planck. Pourtant ces savants pensent avec Lorentz, sauf Stark et Einstein, de pouvoir et même de devoir conserver encore, comme milieu indépendant, l'ancien éther, qui, tout en jouant le rôle de transmetteur d'énergie, resterait toujours absolument inconcevable

dans son mode d'action, lui attribuant la propriété, inadmissible, pour une substance matérielle transmettrice de mouvements, d'être absolument continu. Je vais démontrer par cette Note que la fonction de l'élémentarquantum bien comprise, doit éliminer définitivement l'ancienne notion de l'éther, la remplaçant par une nouvelle qui le considère comme un milieu composé exclusivement d'électrons dont l'élémentarquantum est l'énergie transmise dans l'unité de temps par chaque électron.

Je suppose le Soleil réduit à un seul ion lumineux, d'après le langage actuel, la Terre réduite à un seul ion éclairé ou réflecteur, et entre les deux l'éther pur, sans corps pondérables, ne contenant donc rien de lumineux, rien d'éclairé, mais transmettant l'énergie rayonnante émise par le ion Soleil au ion Terre qui en est ainsi éclairé. Voilà l'ensemble de phénomènes, dont il faut étudier la physique, c'est-à-dire les mécanismes hypothétiques qui sont aptes à les produires.

Le ion Soleil transmet des vibrations transversales à l'éther. Analysons ce premier fait, qui est déjà assez complexe. Le ion Soleil en tant que ion lumineux doit vibrer, mais comment ? Pour connaître la vibration qu'il transmet, il faut connaître, au préalable, celle qu'il possède. Or, la théorie actuelle de la lumière, de même que les précédentes, n'a rien imaginé pour fournir cette connaissance préalable, mais elle nous dit que, bien qu'on ne puisse pas concevoir comme cela est produit à l'origine, le fait est que, pour donner raison aux lois établies, il faut que les vibrations soient transversales pendant leur trajet au travers de l'espace. Aussi l'éther dans sa fonction de transmetteur doit-il vibrer transversalement. Voilà ce que la science admet. Il faut donc renverser notre demande et dire : les vibrations transmises étant transversales, comment la source radiante agit-elle pour les produire ? A cause de notre supposition du ion uniqne comme source, nous ne devons tenir compte que du tube d'éther qui réunit le ion lumineux au ion éclairé. Le premier doit donc vibrer transversalement pour communiquer à l'éther ce

mode de vibration. Comment l'éther reçoit-il la vibration transversale ? Certes la partie d'éther qui devient vibrante en constitue une modification. Il nous faut donc établir la nature de cette modification.

D'après la théorie électromagnétique la modification qui vibre dans un rayon de lumière doit être une charge électrique. Il y a donc deux faits qui semblent présenter une analogie avec le phénomène que nous voulons élucider. On sait que les charges électriques se comportent autrement avec les conducteurs qu'avec les isolants ; tandis qu'elles s'étalent à la surface des premiers, elles restent localisées dans les derniers. On sait, en outre, qu'un léger frottement, même une faible pression instantanée sur un diélectrique solide, tel qu'un bloc de paraffine, produit à l'endroit touché une charge électrique. Or, l'éther dans le vide pneumatique, se comporte comme un diélectrique parfait. On pouvait donc supposer que le ion Soleil, vibrant transversalement, produit par son frottement sur la face du tube d'éther une charge électrique. Ensuite, comme ce ion lumineux effectue périodiquement de nouveaux frottements il fournirait successivement de nouvelles charges qui, en refoulant les précédentes, transformeraient rapidement toute la longueur du tube d'éther en une série continue de couches électrisées, ou mieux en un alignement de charges élémentaires. Mais, toutes ces charges étant en marche et leur production par le ion Soleil pouvant être considérée comme une émission, on aurait là un courant et non pas un rayon de lumière ; pour avoir ce dernier il faut que tout cela soit statique au point de vue électrique, il faut que chaque charge vibre sur place, c'est-à-dire qu'elles soient des charges électriques préexistantes au phénomène lumière, il faut que le ion Soleil possède son élémentarquantum de vibration et qu'il transmette, non des charges mais des vibrations transversales périodiques. Dans ce cas les charges ne parcourent plus tout l'alignement, mais elles oscillent, chacune dans sa propre sphère d'action, et cette oscillation est transmise de proche en proche du ion Soleil

au ion Terre en 8 minutes, avec la vitesse connue. Ce ne sont plus de charges élémentaires en marche mais un mouvement vibratoire. C'est la théorie Maxwell-Hertz à laquelle la mienne ajoute la forme solénoïdale ou hélicoïdale de la trajectoire de l'énergie rayonnante.

L'introduction dans la science de l'hypothèse de l'élémentarquantum. unité d'énergie de l'électron vibrant[1]. n'amène nullement à réadmettre la théorie newtonienne de l'émission. comme plusieurs supposent. ni à éliminer tout simplement l'éther, comme le voudrait M. Einstein, mais à le définir autrement en lui reconnaissant une constitution moléculaire spéciale. qui en fait un milieu essentiellement électromagnétique. à cause de l'activité vibratoire perpétuelle de ses molécules qui sont des charges électriques élémentaires. Ce qui explique comment l'éther ou vide pneumatique est un isolant pour les décharges électriques et que celles-ci sont effectuées par de ions pondérables, de corpuscules cathodiques ou β de radioactivité, tous mus par les modifications cinétiques qu'on provoque, qui se propagent dans le milieu et qui sont toujours et partout électromagnétiques.

Séance du 12 mai

Battelli et Mlle Stern. Fonction de la catalase. — Th. Tommasina. Théorie électromagnétique de la polarisation et de la dissociation électrolytique. — F. Reverdin. Action de l'acide sulfurique concentré sur quelques nitramines aromatiques.

M. Battelli et Mlle Stern communiquent les résultats de recherches faites dans le but d'éclaircir la *fonction de la catalase*. Les auteurs avaient constaté dans des recherches précédentes que la catalase mise préalablement en contact avec l'anticatalase ou le sulfate ferreux perd en grande partie le pouvoir de décomposer l'H_2O_2. Mais cette action du sulfate ferreux sur la catalase n'a lieu qu'en présence d'O_2. Il est donc probable qu'il s'agisse d'une oxydation de la catalase. Les auteurs donnent le nom d'oxycatalase à la catalase rendue ainsi inactive par l'an-

[1] *Archives*, t. XXV, juin 1908. Note IV, p. p. 612-614.

ticatalase ou le sulfate ferreux. L'oxycatalase ne constitue pas un composé stable. Il suffit de lui ajouter la philocatalase contenue dans l'extrait de muscle ou d'autres tissus pour régénérer la catalase.

L'action destructrice de l'anticatalase sur la catalase est en outre empêchée par l'alcool. Or, l'alcool est oxydé énergiquement en aldéhyde et acide acétique par les foies qui sont très riches en catalase, tandis que l'oxydation de l'alcool est beaucoup plus faible dans les foies qui renferment moins de catalase. Il y a d'autres substances telles que l'acide formique, l'aldéhyde, le glycol, etc., qui agissent comme l'alcool en empêchant la destruction de la catalase par l'anticatalase. Toutes ces substances sont oxydées par les foies qui sont riches en catalase. Au contraire, le foie n'oxyde pas les substances telles que l'acide lactique, la tyrosine, la glycérine, les acides gras, etc., qui n'empêchent pas la destruction de la catalase par l'anticatalase.

De tous ces faits, les auteurs tirent la conclusion que la catalase joue un rôle dans l'oxydation de différentes substances. Ce rôle pourrait être interprété de la manière suivante. L'anticatalase oxyde la catalase en le transformant en oxycatalase. L'oxycatalase, en présence de substances réductrices (alcool, aldéhyde, etc.), leur céderait ensuite son oxygène et serait ainsi ramenée à l'état de catalase. Mais un mélange de catalase et d'anticatalase n'a pas le pouvoir d'oxyder l'alcool. Il faudrait donc admettre pour l'oxydation de l'alcool l'intervention d'une troisième substance, peut-être la phylocatalase, qui rendrait actif l'oxygène de l'oxycatalase. L'oxydation de l'alcool, des aldéhydes, etc., aurait donc lieu par l'intermédiaire de trois substances. Si l'une de ces trois substances fait défaut, l'oxydation n'a pas lieu.

M. Th. Tommasina. — *Théorie électromagnétique de la polarisation et de la dissociation électrolytique.* — Trente-cinquième Note *sur la physique de la gravitation universelle.*

Le phénomène des chaînes de limailles dans les cohé-

reurs que j'ai découvert en 1988[1], et celui des mêmes chaînes se produisant dans l'eau distillée et dans l'alcool, que j'ai signalé l'année suivante en mettant en évidence sa corrélation avec les chaînes de dépôts électrolytiques et avec la formation, *probable* je disais alors, *certaine* je dis aujourd'hui, de chaînes conductrices invisibles dans l'eau distillée sous l'action des courants de self-induction[2]; puis les résultats de mes recherches sur la formation et le transport des cristaux, métalliques et non pas salins, de plusieurs métaux, dans l'eau distillée et sous la même action[3], que j'ai constaté le premier, m'avaient amené à concevoir et à présenter quelques conclusions nouvelles sur cette catégorie de phénomènes, dans plusieurs de mes Communications, Notes et Mémoires. Mais, ce n'est qu'en revisant mes vues antérieures aux lumières fournies par cette nouvelle physique théorique que je suis parvenu à trouver une explication électromagnétique de ce qui se passe dans la production des dissociations électrolytiques.

Le nouveau concept fondamental qui suppose que les initiatives qui paraissent appartenir en propre aux atomes chimiques pondérables, appartiennent, au contraire, exclusivement aux atomes physiques impondérables du milieu actif, a montré la voie qu'il faut suivre dans l'investigation des faits si l'on veut, à l'aide d'une interprétation exacte, parvenir à les expliquer.

Je n'ai pas à entrer ni dans les détails descriptifs de la marche du phénomène électrolytique, ni dans l'énonciation des résultats qui sont trop nombreux et trop variés, ni dans celle des lois de Faraday, d'Ostwald, de Van't-Hoff, d'Arrhénius, de Nernst, de Lippmann, de Kohlrausch, de Bouty, etc. Tout cela est connu, et n'est d'ailleurs pas nécessaire ici, il suffit d'en avoir devant l'esprit un résumé synthétique pour se faire un concept précis et clair de la nature du phénomène et de sa limite apparente. Je vais indiquer seulement cette dernière.

[1] *C. R.* 12 déc. 1898. Soc. Phys. 5 janv. 1899. *Archives*, mars 1899.

[3] *C. R.* 1er mai 1899.

[3] *C. R.* 5 février 1900 — *Phys. Zeit.*, 5 mai 1900.

On admet généralement que tout conducteur peut servir d'électrode et que tout liquide conducteur peut servir d'électrolyte. Or, d'après les résultats de mes expériences je peux affirmer qu'il y a là une restriction qui n'est admissible que comme indication d'un *optimum quantitatif;* le phénomène qu'on peut étudier expérimentalement ne reste nullement borné entre de telles limites. En réalité tous les liquides, autant les colloïdes que les cristallisables, peuvent servir comme électrolytes et tous les corps, même les meilleurs diélectriques, servir d'électrodes. Si l'on fait abstraction de tout le reste, en ne tenant compte que de ce qui constitue l'essence du phénomène de l'électrolyse, il en résulte que *chaque corps des trois règnes de la nature, et indépendamment de son état solide, liquide, ou gazeux, peut servir soit d'électrode soit d'électrolyte.* Il suffit d'y adapter le dispositif et les conditions expérimentales requises pour chaque cas, haut potentiel et appareil de mesure très sensible, pour obtenir la constatation du phénomène par des résultats mesurables.

D'autre part, des expériences très délicates, il est vrai, mais faciles à répéter, m'ont permis de reconnaître et de confirmer qu'*il n'y a pas des électrodes impolarisables d'une manière absolue,* et que deux corps quelconques, même identiques, deux fragments du même corps, rapprochés pour fermer le circuit d'un électromètre, manifestent toujours, instantanément ou plus ou moins lentement, une différence de potentiel, *montrant qu'il y a en chaque fragment pondérable un état d'équilibre entre l'activité interne et celle externe du milieu, lequel état n'est jamais identique de l'un à l'autre* en ce qu'on peut nommer sa *valeur énergétique.*

Or, les choses étant ainsi, le phénomène électrolytique, qui se présente comme capable de se produire dans des conditions qui paraissent variables à l'infini, ne peut être que l'*effet de l'intervention des activités cachées du milieu, qui sont des champs électromagnétiques multiples.* La théorie électronique les ayant introduits même dans l'atome chimique, il nous est donc permis d'admettre leur *action*

modificatrice de l'architecture moléculaire. La pénétration des lignes de force des champs dans la molécule peut déplacer les atomes qui la constituent pour les orienter autrement. Mais dans l'électrolyse cette orientation forme un assemblage constitué par des alignements d'atomes ions entre les deux électrodes, alignements qui détruisent forcément l'architecture caractéristique de la molécule, laquelle disparaît ainsi pour ne laisser plus à sa place que des chaînes d'atomes polarisés, chaînes qui vont être parcourues par les électrons qui constituent le courant transporteur des ions. C'est l'explication de la dissociation électrolytique.

Cette explication permet de donner une nouvelle définition des diélectriques et des conducteurs. Comme toute charge électrique en se déplaçant doit produire, au moins, des polarisations moléculaires, on peut distinguer ces deux propriétés de la manière suivante : Dans les conducteurs la polarisation se propage seulement dans le milieu et normalement à la surface en chaque point, elle est rayonnante étant dirigée vers l'extérieur et l'étalement de la charge reste superficiel ; tandis que dans les diélectriques, leur nature étant semblable à celle du milieu, la polarisation se propage aussi en sens contraire et les pénètre et la charge peut les traverser dans une direction quelconque, prenant alors, comme on sait, aux faces d'entrée et de sortie le signe correspondant.

Ces faits connus, ainsi interprétés, *expliquent pourquoi la capacité d'un condensateur est-elle proportionnelle au pouvoir inducteur spécifique du diélectrique qui sépare les armatures, c'est que la charge conserve son potentiel à l'aide de la polarisation partielle du diélectrique qu'elle produit, si celle-ci est complète, la décharge a lieu au travers de ce dernier.*

M. Fréd. Reverdin présente une communication sur *l'action de l'acide sulfurique concentré sur quelques nitramines aromatiques.* (Voir *Archives*, 1910, t. XXIX, p. 376.)

COMPTE RENDU DES SÉANCES
DE LA SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE
DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 4 février 1910

Billeter. Expression rationnelle de la force des acides. — H. Spinner. Plantes rapportées de l'Himalaya par le Dr Jacot-Guillarmot.

M. le prof. Billeter communique ses recherches sur une «*expression rationnelle de la force des acides*».

M. le prof. H. Spinner présente quelques-unes *des plantes rapportées de l'Himalaya par le Dr Jacot-Guillarmot*. Il compare à grands traits les limites végétales de l'Himalaya et des Alpes et fait ressortir la grande analogie de la flore des deux chaînes.

Il insiste ensuite spécialement sur la valeur biologique de la petite collection présentée dont la détermination est due à l'obligeance de M. Beauverd de l'Herbier Boissier.

Séance du 18 février

A. Berthoud. Considérations théoriques sur l'impossibilité de chauffer un solide au-dessus de son point de fusion. — A. Jaquerod. Le mouvement brownien et les théories cinétiques.

M. le prof. Alf. Berthoud présente des *considérations théoriques sur l'impossibilité de chauffer un solide au-dessus de son point de fusion*. Il attribue cette impossibilité au fait que les produits de fusion mouillent le corps solide.

M. le prof. Ad. Jaquerod parle du *mouvement brownien et des théories cinétiques*. Sa communication est illustrée de démonstrations ultra-microscopiques.

Séance du 4 mars

A. Brun. Recherches modernes concernant le volcanisme.

La séance est remplacée par une conférence de M. Alb. Brun de Genève sur les *recherches modernes concernant le volcanisme.*

Séance du 18 mars

Billeter. Titration du chlorure stanneux par oxydimétrie. — Fuhrmann. Importance des insectes dans la propagation des maladies épidémiques.

M. le prof. Billeter communique le résultat provisoire de ses recherches sur *la titration du chlorure stanneux par oxydimétrie.* Ce qui l'a engagé à entreprendre ce travail c'est la facilité d'obtenir de l'étain pur dans le commerce.

M. le prof. Fuhrmann parle sur *l'importance des insectes dans la propagation des maladies épidémiques.*

Séance du 15 avril

M. Thiébaud. La faune microscopique des lacs de l'Oural. — S. de Perrot. Observations limnimétriques et météorologiques faites dans le canton de Neuchâtel en 1909. Crue extraordinaire des lacs au commencement de 1910.

M. M. Thiébaud, Dr ès sciences, parle de *la faune microscopique des lacs de l'Oural.* Durant l'été dernier, M. Kutschin, inspecteur des pêcheries des environs d'Iekaterinebourg recueillit du plancton de lacs du pied de l'Oural (altitude 220-270 m.) et l'envoya à M. Thiébaud. Celui-ci constata tout d'abord la grande similitude de ce plancton avec celui de nos lacs en tant que zooplancton, tandis que le phytoplancton s'est montré beaucoup plus riche. Les lacs ouraliens étant peu profonds, de 7 à 10 m. seulement, ils s'échauffent jusqu'au fond et la température de la masse lacustre atteint chaque été près de 25° C. Il en résulte un développement extraordinaire des variétés estivales. M. Thiébaud expose à ce propos les théories

mécanistes d'Ostwald en l'illustrant par des exemples choisis dans les variations de Daphne chyalina. Ces théories sont attaquées par MM. Jaquerod, Billeter, Schardt qui y opposent des considérations biologiques. M. Fuhrmann confirme ce dernier point de vue, ces variations ne devant, dans la règle, être interprêtées que comme des formes régulières de cycle vital.

M. Sam. de Perrot, ingénieur civil, résume les *observations limnimétriques et météorologiques faites dans le canton en 1909*. L'année 1909 n'a rien présenté d'extraordinaire, si ce n'est son été plutôt froid. Les précipitations atmosphériques ont oscillé entre 885 mm. à Serrières et 1708 mm. à La Chaux-de-Fonds. Le nombre de jours pluvieux a été de 116 à Malvilliers, 157 à Neuchâtel, 197 à La Chaux-de-Fonds. Février a été le mois le plus sec, juin le plus arrosé.

M. de Perrot a étudié parallèlement la température de l'air et celle du lac. L'atmosphère a été plus chaude que l'eau de fin mars à mi-juin, tandis que tout le reste de l'année la température moyenne de la surface lacustre a dépassé celle de l'air. On voit par là le rôle important de notre lac comme régulateur thermique.

M. de Perrot parle encore de la *crue extraordinaire de nos lacs au commencement de 1910*. Le lac de Neuchâtel a atteint le niveau de 431 m. et a présenté en un seul jour une crue de 28 cm., celui de Bienne une de 1 m. 10, celui de Morat de 0 m. 45 ; c'est-à-dire que ce jour-là ils ont emmagasiné ensemble près de 119 millions de mètres cubes. Pour vider cette masse au fur et à meure le canal de l'Aar à Nidau aurait dû débiter 1400 m³ à la seconde. En considérant l'étendue des bassins respectifs, cette crue a été beaucoup plus importante que celle qui a dévasté Paris à la même époque.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE DU GLOBE

KARL STÖRMER. — PHOTOGRAPHIES DES AURORES BORÉALES ET NOUVELLE MÉTHODE POUR MESURER LEUR ALTITUDE. *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, séance du 13 juin 1910.

Comme on le sait, le problème consistant à prendre des photographies réussies de l'aurore boréale présente de grandes difficultés, tant à cause de la faible luminosité de l'aurore, qu'à cause de sa mobilité, qui nécessite une pose de quelques secondes au plus. Aussi n'existe-t-il autant que je sache, qu'une seule photographie de courte pose (7 secondes) de l'aurore prise par M. Brendel à Bosekop, le 1er février 1892.

L'année dernière j'ai fait une série d'expériences pour trouver les objectifs et les plaques les meilleurs possibles pour photographier les aurores boréales. J'ai fini par choisir un objectif *cinématographique* de 25mm de diamètre avec une distance focale de 50mm et les plaques *Lumière* à *étiquette violette*.

Une fois ce problème résolu on a tout de suite une méthode excellente pour mesurer l'altitude de l'aurore et sa situation dans l'espace. En effet on n'aura qu'à photographier simultanément l'aurore de deux stations reliées par téléphone et à comparer la situation de l'aurore par rapport aux étoiles sur l'une et l'autre plaque ; connaissant le temps et les constantes optiques de l'objectif, on aura alors toutes les données nécessaires pour calculer l'altitude de l'aurore et sa situation, et cela avec grande précision.

CHIMIE

Analyse des travaux de chimie faits en Suisse.

William J. Wohlleben. Sur les phénols monohalogénés, (*Berichte d. Deutsch. Chem. Ges.*, T. 42, p. 4369 à 4375 ; Fribourg (Suisse), novembre 1909).

L'auteur dans le but de combler des lacunes de la bibliographie chimique et de mieux caractériser certaine classe de composés, a préparé un certain nombre de produits dérivés des trois chlor- et bromphénols ainsi que du p-iodphénol ; ce sont principalement les *acétates*, les *benzoates*, et les *nitrobenzoates* qui ont été pris en considération. Cette étude a en outre permis à l'auteur de relever quelques erreurs qui se sont glissées dans les publications antérieures sur quelques-uns de ces composés.

PHYSIOLOGIE

Stéphane Leduc. — Théorie physico-chimique et générations spontanées. Paris 1910. 1 vol. 202 p.

Nous n'avons pas la prétention de présenter aux lecteurs des *Archives* M. le professeur Stéphane Leduc, dont la communication sur la croissance osmotique de diverses substances minérales simulant des formes végétales ou madréporiques, ont eu un grand retentissement.

Le nouveau livre de M. Leduc est un plaidoyer en faveur de la génération spontanée et de l'explication de la vie par les forces physico-chimiques. La distance qui sépare l'analogie de l'identité entre les formes produites par les êtres vivants et la force osmotique est franchie par l'illustre professeur de Nantes. Nous lui laissons toute la responsabilité de ses arguments ingénieux en faveur de la génération spontanée. Il cite Lamarck comme parrain, mais oublie Pasteur dont les célèbres expériences ont ruiné à jamais, dans l'esprit des savants de nos jours, la réalité de la génération spontanée. A. D'E.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE JUIN 1910

Le 1, éclairs à l'E. à 8 h. du soir.
2, pluie dans la nuit; orage avec averse mêlée de grêle à 5 h. 30 m. du soir.
3, rosée le matin; de 7 h. à 7 h. 30 m. du soir, orage venant du S. à 8 h. 10 m. orage à l'W.
4, pluie le matin, averse à 3 h. du soir, tonnerres à l'W. à 3 h. 45 m. forte averse avec grêlons atteignant 8 mm. de diamètre; éclairs et tonnerres.
5, depuis 9 h. du soir, nombreux éclairs au NE.
6, à midi 30 m., tonnerres au NNW; à 1 h. 50 m., tonnerre au SE; à 3 h. du soir, légère averse; à 4 h., éclairs au NE; à 6 h., orage au N. et à 7 h. 15 m., orage au NW; depuis 9 h., éclairs au S.
7, à 2 h. du soir, éclairs au NW.
8, rosée le matin.
9, brumeux le matin; de 3 h. 30 m. à 4 h. 30 du soir, orage venant du SW, passe au zénith à 3 h. 50; pluie mélangée de grêle, pluie pendant toute la soirée.
10, depuis 1 h. 30 m. à 4 h. du soir, nombreux éclairs et tonnerres au SW, pluie jusqu'à 7 h. du soir.
11, petite averse à 6 h. du soir.
12, à 6 h. 30 m. du soir, arc-en-ciel.
13, la dernière tache de neige à disparu sur le Salève; à 6 h. du soir, arc en-ciel; pluie intermittente depuis 4 h. du soir pendant le reste de la journée.
14, légère pluie à 8 h. 30 m. du matin; averses à 3 h. et à 6 h. 30 m. du soir.
15, forte bise dans l'après-midi.
18, rosée le matin, forte bise dans l'après midi.
19, faible rosée le matin, forte bise au milieu du jour.
21, brumeux dans la matinée; à 9 h. du soir, éclairs à l'W et au NW; depuis 9 h. 40 m. orage et pluie.
22, averse à 10 h. 30 m. du matin; pluie depuis 5 h. du soir.
23, pluie dans la nuit; halo solaire pendant l'après-midi.
24, rosée le matin; averse à 7 h. 40 m. du matin et à 1 h. du soir; pluie depuis 4 h. du soir.
25, pluie dans la nuit et à plusieurs reprises pendant la journée; à 3 h. 30 m., tonnerres au SW.
26, forte pluie dans la nuit, pluie dès le matin jusqu'à 3 h. du soir; pluie à 9 h. du soir.
28, forte rosée le matin.
29, à 3 h. 30 m. du soir, orage avec averse; à 4 h. 45 m. orage au NW; arc en-ciel à 6 h. du soir; pluie dans la soirée, orage à 10 h. du soir.
30, pluie le matin; à 11 h. 50 m., orage et forte averse; arc-en-ciel dans l'après midi, pluie de 3 h. 30 m. à 4 h. 40 m. du soir.

GENÈVE — JUIN 1910

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	24.1	22.7	22.9	23.05	- 3.24	21.4	24.2	W. 1	N. 1	SSW. 1	var.	4.2	3	2	9	4	14.2	0.6	1
2	25.3	24.2	25.5	24.49	- 1.84	23.3	25.8	WSW. 1	SW. 1	NNW. 1	SW. 1	3.1	9	5	3	5	10.8	0.2	1
3	26 0	23.7	22.3	24.03	- 2.35	21.0	26.1	W. 0	N. 1	SSW. 1	N. 1	5.2	2	3	7	4	13 3	0.3	1
4	21.2	18.2	18.3	19.43	- 6.99	17.2	21.8	ESE. 1	N. 1	SW. 1	SSW. 1	6.7	10	3	10	7	8.4	3.1	1
5	16.2	14.8	16.0	**15 76**	**-10.70**	14.7	16 8	SW. 1	NNW. 1	WSW. 1	WSW. 1	3.8	7	7	3	7	4.9	...	....
6	18.6	19.8	23.8	19.73	- 6.77	16.4	24.5	W. 1	SSW. 1	SW. 1	var.	3.3	7	8	9	8	7.7	...	....
7	26.3	27.0	29.0	26.94	+ 0.40	25.3	29.2	NW. 1	NNW. 1	N. 0	var.	4.2	4	6	2	5	10.9	...	....
8	29.3	27.7	26.0	27.80	+ 1.22	25.7	29.3	NW. 1	N. 1	N. 0	N. 1	3.8	0	1	0	1	14.8	...	....
9	25.6	23.3	23.9	24.42	- 2.20	21.8	25.9	NNW. 0	N. 1	WSW. 1	var.	3.8	0	2	10	5	11 1	12.1	10
10	22.4	20.5	23.5	22.48	- 4.18	20.4	23.5	SE. 1	NNE. 1	SW. 1	var.	5.8	9	5	9	9	5.0	8.7	6
11	22.8	23.3	24.4	23 22	- 3.48	22.6	24.4	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	4.0	10	10	10	10	2.2	...	....
12	24.0	23.0	23.7	23.43	- 3.31	22.4	24.3	W. 1	SW. 1	SW 1	SW. 1	6.5	1	4	9	5	10.9	...	....
13	22.7	22.1	22.4	22.96	- 3.82	22.1	24.7	WSW. 0	N. 1	SSW. 1	var.	4 9	4	8	10	7	8.0	2.2	3
14	25.7	27.6	29.7	27 10	+ 0.29	24.8	30.0	SSW. 1	SSW. 1	ESE. 0	SSW. 1	5.6	10	10	10	10	0.0	0.1	1
15	29.5	29.4	30.3	29.60	+ 2.75	28.9	30.4	SE. 0	N. 1	NNE 2	NNE. 1	11.4	8	2	4	4	10.6	...	....
16	29.0	30.1	29.6	29.51	+ 2.62	28.7	30.2	NNE. 1	NNE. 1	N. 1	NNE. 1	8.3	10	10	10	10	1.1	...	....
17	30.0	30.1	30.8	30.17	+ 3.25	29.7	3.13	NNE. 1	N. 1	NNE. 1	NNE. 1	7.1	10	4	2	5	9.1	...	....
18	31.3	30.9	32.1	31.43	+ 4.47	30.8	32.3	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 1	13.3	1	3	1	2	14.0	...	....
19	32.3	31 3	31 0	**31.59**	**+ 4.60**	29.8	**32.4**	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 2	**14.7**	1	1	0	1	**15.0**	...	....
20	31.4	29.4	28.3	29.88	+ 2.85	27.8	31.5	N. 1	NNE. 1	ENE. 1	NNE. 1	6.9	0	1	0	0	14.9	...	...
21	28.1	26.1	26.4	27.08	+ 0.02	25 7	28.2	NNW. 0	WSW. 1	SW. 0	SSW. 1	4.2	0	1	10	3	14.3	8.1	4
22	26.2	25.8	29.5	27.01	- 0.08	25.6	29.5	NW. 1	SSW. 1	SW. 1	SSW. 1	6.1	5	9	10	9	4 5	13.9	9
23	29.3	29.0	28.1	28.81	+ 1.69	27.8	29.4	SSW. 1	WSW. 1	SW. 1	WSW 1	5 8	7	6	3	6	11.3	....	....
24	26.9	25 2	25.0	26.05	- 1.11	24.9	28.2	W. 0	SW. 1	WNW 1	SW. 1	3.8	9	10	10	9	3 7	14 6	6
25	22.6	22.1	20.2	22.26	- 4.93	19.2	24.7	WSW. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	9 2	10	10	10	10	0.8	**42.6**	7
26	15.2	17.9	19.5	17.54	- 9.68	**14.3**	20.0	SW. 1	SSE. 1	SSW. 1	SSW. 1	8.6	10	10	10	10	0.9	28.8	11
27	24.1	25.6	27.0	24.70	- 2.55	21.0	27.5	SSW. 1	SSW. 1	SW. 1	SW. 1	7.7	3	9	2	5	8.9	....	....
28	28.8	28.7	29.6	28.70	+ 1.42	28.9	29.7	WSW 0	SW. 1	SSW. 1	SSW. 1	6.7	1	2	9	5	12.4	....	....
29	28.4	27 1	25.7	27.28	- 0.02	25.0	29.3	SSW. 1	SSW. 2	W. 1	SSW. 1	7.3	2	3	10	6	10.8	24.2	8
30	22.1	23.8	27.1	24.22	- 3.11	20.1	27.4	SW. 1	SSW. 1	SW 1	SW. 1	7.5	10	10	2	8	5.4	10 1	6
Mois	25.51	25.01	25.71	25.36	- 1.83							6.45	5.4	5.5	6.5	6.0	259 9	169.6	75

GENÈVE — JUIN 1910

Jour du mois	Température							Fraction de Saturation en %							Tempér. du Rhône		Limnimètre
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Midi	Ecart avec la normale	
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+13.5	+19.1	+20.1	+16.50	+ 1.16	+ 9.4	+24.5	75	46	63	66	- 4	40	92	11.4	- 2.3	1410
2	14.9	25.1	17 9	19.19	+ **3.73**	14.1	26.9	94	39	63	66	- 4	28	94	14.3	+ 0.5	1433
3	16.1	20 4	17.3	17.10	+ 1.52	11.8	22.8	74	56	65	70	0	43	92	15.6	+ 1.7	1465
4	15.7	20.6	16.1	16.01	+ 0.31	11.9	23.3	73	49	75	75	+ 5	42	91	16.5	+ 2.4	1500
5	13.8	20.1	17.2	17.10	+ 1.28	12.4	24.0	89	57	78	73	+ 3	50	93	....	.....	1525
6	17.3	24.4	17.5	18.55	+ 2 61	12.8	26.2	70	43	75	71	+ 1	38	94	16.3	+ 2.0	1535
7	17.2	21.6	18.2	18.87	+ 2.81	14.7	26 4	78	54	82	71	+ 1	38	93	14.4	0.0	1497
8	16.9	23.2	19.8	18.72	+ 2.55	12.0	24.8	77	46	58	64	- 6	28	93	16.0	+ 1.5	1510
9	18.0	23.5	16.0	17.29	+ 1.01	12.1	26.5	63	47	83	73	+ 3	34	90	17.7	+ 3.1	1517
10	16.3	20.9	13.8	15.82	- 0.57	13 2	22.1	87	51	86	81	+11	45	91	16.5	+ 1.7	1515
11	14.3	17.4	14.9	15.35	- 1.15	12.4	20.0	82	61	74	74	+ 4	53	90	10.9	- 4.0	1570
12	13.6	19.8	16.0	15.99	- 0.62	10.6	21.4	74	49	70	67	- 3	38	93	....	.....	1615
13	16.6	19.7	15.6	15 89	- 0.82	12.4	21.3	75	50	85	79	+ 9	38	96	12.9	- 2.2	1592
14	14.9	15.7	13.8	14.76	- 2 06	13.2	16.4	71	70	90	81	+11	70	93	13.1	- 2.1	1585
15	14.5	18.2	13.9	15.56	- 1.36	12.9	19.6	89	63	80	77	+ 7	60	94	12.9	- 2.4	1625
16	13.4	17.1	16.4	15.33	- 1 69	12.4	18.7	82	69	78	77	+ 7	65	90	13 3	- 2.1	1640
17	15.5	19.0	17.8	17.31	+ 0.20	14.8	21.1	85	62	75	75	+ 5	53	92	15.3	- 0.2	1650
18	16.0	22.7	17.1	17.75	+ 0.54	13.2	23.9	77	42	66	67	- 3	40	86	16.6	+ 1.0	1650
19	15.7	21 5	18.2	18.13	+ 0.83	11.5	24.2	70	38	60	**57**	**-13**	21	80	....	.....	1675
20	16 3	22.1	19.0	18.47	+ 1.08	12.8	24.0	63	44	61	62	- 8	31	94	17 4	+ 1.6	1640
21	15 4	26.0	22.7	19.96	+ 2.48	11 9	**29.3**	75	36	51	58	-12	**20**	90	17.8	+ 1.9	1642
22	18.7	22.6	14.5	18.00	+ 0.13	13.4	23.9	84	55	84	78	+ 8	54	94	17.8	+ 1.8	1637
23	15.1	21.1	16.0	16.83	- 0 82	12.8	22.6	76	40	62	62	- 8	38	86	11.8	- 4.3	1672
24	14.0	20.9	14.3	16.39	- 1.34	11.8	22.7	82	44	97	68	- 2	43	98	10.1	- 6.1	1665
25	15.6	18.7	15.2	15.45	- 2.36	13.9	19.4	82	65	87	84	+15	60	93	9.4	- 6.9	1675
26	13.3	13.5	12.2	**13.73**	- **4.15**	11.7	15.8	100	93	93	**89**	+**20**	70	100	....	.....	1705
27	12.5	18.3	14.0	15.36	- 2.60	12.0	20.2	67	42	71	60	- 9	35	85	9.6	- 6.9	1905
28	13.0	22.8	19.6	17 15	- 0.88	**8.2**	24.5	73	43	60	63	- 6	40	95	9.6	- 7.0	1965
29	20.4	26.2	16.0	**20.26**	+ 2.17	16.0	27.3	58	40	97	60	- 9	35	98	10.6	- 6.1	1890
30	+15.5	+13.3	+13.4	+15.20	- 2.96	+10.7	+22.2	97	73	67	80	+11	54	99	10.0	- 6.8	1972
Mois	+15.47	+20.52	+16.48	+16.93	+ 0.12	+12.43	+22.87	78	52	75	71	+ 1			13.76	- 1.58	1627

MOYENNES DE GENÈVE. — JUIN 1910

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	23.19	23.07	23.50	23.15	22.18	21.89	22.28	23.23	22.81
2e »	27.88	27.68	27.87	28.07	27.72	27.44	27.83	28.61	27.89
3e »	25.81	25.36	25.46	25.46	25.14	25.13	25.29	25.87	25.36
Mois	25.63	25.37	25.51	25.46	25.01	24.82	25.13	25.90	25.36

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+14.30	+12.70	+15.97	+19.07	+21.89	+20.41	+19.21	+16.57	+17.51
2e »	14.01	13.04	15.08	17.54	19.32	19.46	17.46	15.72	16.45
3e »	14.13	13.45	15.35	18.80	20.34	19.56	18.02	15.02	16.83
Mois	+14.15	+13.06	+15.47	+18.47	+20.52	+19.80	+18.23	+15.77	+16.93

Fraction de saturation en %

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
1re décade	85	90	78	63	49	62	62	77	71
2e »	86	87	77	64	55	58	68	78	72
3e »	83	84	79	62	53	58	65	81	71
Mois	85	87	78	63	52	59	65	79	71

Dans ce mois l'air a été calme 67 fois sur 1000

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{68}{71} = 0.96$.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique		25.41
Nébulosité		5.8
Température	$\frac{7+1+9}{3}$	+17°.49
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$	+17°.24
Fraction de saturation		68 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér.	(1836-1875)	27.19
Nébulosité	(1847-1875)	5.4
Hauteur de pluie	(1826-1875)	76mm.0
Nombre de jours de pluie	(id.)	11
Température moyenne	(id.)	+16°.81
Fraction de saturat.	(1849-1875)	70 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CELIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIERE
Hauteur d'eau en mm.	143.2	176.4	143.4	146.7	186.0	168.7	154.8

Station	VERNIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	158.4	169.6	178.4	152.5	168.6	170.4

Insolation à Jussy : 212h3 en juin.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE

JUIN 1910

le 1, pluie le soir.
2, pluie à 1 h. du soir.
4, neige matin et soir, fort vent.
5, neige le matin, fort vent le matin et le soir, quelques éclairs à 10 h. 40 du soir.
7, brouillard le soir.
9, éclairs à 10 h. 30 du soir.
10, brouillard le matin, pluie à 1 h. soir, neige le soir.
11, brouillard toute la journée.
12, brouillard le soir.
13, brouillard toute la journée.
14, pluie le matin, brouillard et forte bise toute la journée.
15, brouillard le matin et à 1 h. du soir.
17, brouillard le soir.
18, brouillard le matin.
22, brouillard le matin, pluie le soir.
23, brouillard le soir.
26, pluie et fort vent le matin, neige à 1 h. du soir.
27, brouillard le matin.
28, humidité relative 22 % à 2 h. du soir.
29, orage à 7 h. 50 du soir, pluie.
30, fort vent le matin et 1 h. du soir, orage et neige à 4 h. du soir, brouillard le soir.

GRAND SAINT-BERNARD — JUIN 1910

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	65.1	65.2	66.0	65 4	- 0.3	64.9	66.3	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	1	5	10	5	0.4	....
2	66.6	67.0	65.5	66.4	+ 0.6	65.4	67.1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	9	10	1 0	....
3	67.2	66.6	65.5	66.4	+ 0.5	65.1	67.3	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	9	9	9	9	...	...
4	63.5	62.2	61 1	62.3	- 3.6	60.4	64.4	SW. 2	SW. 3	SW. 1	SW. 2	10	10	10	10	**16.3**	**7**
5	59 2	59.6	60.7	59.8	- 6.2	59.1	61.0	SW. 2	SW. 1	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	7.2	3
6	61.7	62.8	65.7	63.4	- 2.7	61.4	66.3	NE. 1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	5	2	....	....
7	67.2	68.9	70.3	68 8	+ 2 6	66.9	70.4	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	2	3	10	5	...	....
8	70.0	69.9	69.6	69.8	+ 3.5	69.2	70.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	...	....
9	68.5	67.8	66.1	67.5	+ 1.2	65.8	69.0	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	0	2	10	4	....	....
10	64.5	64.2	63 9	64.2	- 2.2	63.7	65.3	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	3.0	....
11	62.5	63.3	64.0	63.3	- 3.2	62.4	64.2	NE. 1	NE 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	0.5	....
12	63.6	63.7	63.6	63.6	- 3.0	63.5	63.8	NE. 1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	4	10	10	8	....	....
13	62.5	62.7	64.4	63.2	- 3.5	62.4	64.4	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	10	8	10	9	7.5	....
14	64.4	65.7	67.4	65.8	- 0 9	64.4	67.5	NE. 2	NE. 3	NE. 3	NE. 3	10	10	10	10	1 2	....
15	67.5	68.7	69.1	68.4	+ 1.6	67.5	69.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	9	10	....	...
16	68.8	69.5	70.0	69.4	+ 2.5	68.7	70.1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	2	0	1	....	....
17	69.8	70.4	71.1	70.4	+ 3.4	69.8	71.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	1	10	4	....	....
18	70.3	70.8	71.2	70.8	+ 3.8	70.2	71.3	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	6	8	8	....	....
19	70.9	71.3	72.3	**71.5**	+ **4.4**	70 8	**7.23**	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	5	2	...	...
20	70.9	70.3	69.7	70.3	+ 3.1	69.5	71.4	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
21	69.4	69.7	70.2	69.8	+ 2.6	69.3	70.3	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	0	1	6	2	....	....
22	69.4	69.4	68.6	69.1	+ 1.8	68.3	70.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	13.5	...
23	67.5	68.2	67.4	67.7	+ 0.3	67.2	68 3	SW. 1	SW. 1	SW 1	SW. 1	10	3	10	8	...	....
24	66.0	65.8	65.3	65.7	- 1.7	64.8	66.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	4	2	10	5	7.5	....
25	63.7	63.8	62.1	63 2	- 4.3	61.7	63.9	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	8	9	10	9	15.8	....
26	58.8	58.8	58.9	**58.8**	- **8.8**	**58.7**	60.6	SW. 3	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	13.9	3
27	62.7	64.4	66.5	64.5	- 3.1	61.0	67.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	4	1	5	....	...
28	68.3	69.5	70.2	69.3	+ 1.6	67.9	70.3	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	0	1	1	1	....	....
29	70.0	70.2	68.5	69.6	+ 1.9	67.2	70.2	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	0	4	10	5	8.6	....
30	64.3	63.3	64.5	64.0	- 3.8	63.2	66.4	SW. 3	SW. 3	NE. 1	SW. 3	10	5	10	8	11.3	3
Mois	66.16	66.46	66.65	66.42	- 0.69							5.7	5.6	7.8	6.4	107.7	16

GRAND SAINT-BERNARD — JUIN 1910

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Écart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	+ 2.8	+ 6.1	+ 3.2	+ 4.0	+ 1.3	+ 2.1	+ 9.0	84	72	99	85	50	100
2	3.4	5.1	4.4	4.3	+ 1.5	2.8	6.7	90	80	78	83	57	91
3	+ 3.7	6.7	3.4	4.6	+ 1.7	+ 2.5	7.1	85	61	90	79	51	94
4	- 0.6	1.8	0.1	**0.4**	- 2.6	- 0.9	3.2	100	99	100	100	72	100
5	+ 0.1	1.9	2.1	1.4	- 1.7	- 0.1	4.0	100	96	85	94	70	100
6	3.3	9.9	4.2	5.8	+ 2.6	+ 1.3	10.4	64	49	89	67	35	95
7	4.1	11.0	3.8	6.3	+ 3.0	2.9	12.0	78	56	99	78	45	100
8	4.5	11.4	5.7	7.2	+ 3.8	3.7	12.2	64	39	80	61	31	85
9	6.2	11.4	5.1	**7.6**	+ **4.1**	4.4	11.4	56	52	87	65	40	91
10	2.8	1.9	1.0	1.9	- 1.7	0.7	5.2	100	95	95	97	72	100
11	0.9	4.0	1.3	2.1	- 1.6	0.8	4.4	96	76	94	89	66	98
12	2.1	2.4	1.4	2.0	- 1.8	0.2	5.4	75	88	100	88	55	100
13	0.9	4.1	2.2	2.4	- 1.5	0.9	4.3	100	88	99	96	73	100
14	2.0	2.2	1.5	1.9	- 2.1	1.7	2.3	100	99	98	99	90	100
15	2.0	3.8	2.4	2.7	- 1.4	1.8	3.9	100	100	99	100	94	100
16	4.2	9.1	5.0	6.1	+ 1.9	0.8	10.2	81	61	95	79	47	98
17	6.1	10.9	4.0	7.0	+ 2.7	3.9	11.4	77	54	97	76	38	99
18	2.8	6.0	2.3	3.7	- 0.7	2.0	6.4	96	69	100	88	47	100
19	3.0	7.0	3.0	4.3	- 0.2	1.5	8.2	66	64	94	75	40	96
20	4.4	8.5	4.6	5.8	+ 1.2	2.8	9.6	58	50	94	64	37	96
21	4.2	11.1	7.4	**7.6**	+ 1.9	3.8	**13.2**	88	43	65	65	29	91
22	4.2	5.3	4.7	4.7	0.0	4.0	7.7	100	99	88	96	58	100
23	2.9	5.8	1.7	3.5	- 1.3	2.3	8.1	81	44	100	75	28	100
24	1.7	7.1	2.7	3.8	- 1.1	0.8	8.3	77	62	88	76	43	90
25	3.8	5.0	+ 3.5	4.1	- 0.9	+ 1.8	7.2	71	66	97	78	44	98
26	+ 2.1	2.8	- 1.1	1.3	- 3.7	- 1.2	3.7	89	83	86	86	66	94
27	- 0.5	1.9	+ 0.7	0.7	- **4.4**	- 1.2	4.1	99	74	80	84	60	100
28	+ 2.6	7.4	6.2	5.4	+ 0.2	+ 0.1	8.0	60	35	61	**52**	**22**	66
29	5.9	9.8	+ 5.0	6.9	+ 1.6	+ 4.0	10.7	65	46	86	66	27	90
30	+ 4.6	+ 5.1	- 0.7	+ 3.0	- 2.3	- **1.6**	+ 5.6	85	70	100	85	58	100
Mois	+ 3.01	+ 6.22	+ 3.03	+ 4.09	0.0	+ 1.62	+ 7.46	83	69	91	81		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JUIN 1910

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — 0mm.22. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	65.35	65.42	65.44	65.40	82	70	90	81
2e »	67.12	67.64	68.28	67.67	85	75	97	85
3e »	66.01	66.31	66.22	66.17	81	62	85	76
Mois	66.16	66.46	66.65	66.42	83	69	91	81

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	+ 3.03	+ 6.72	+ 3.30	+ 4.35	+ 4.09
2e »	2.84	5.80	2.77	3.80	3.54
3e »	3.15	6.13	3.01	4.10	3.83
Mois	+ 3.01	+ 6.22	+ 3.03	+ 4.09	+ 3.82

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{53}{58} = 0.91$

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
Eau en millimètres....	97.6	84.3	87.5	107.7
Neige en centimètres..	—	—	—	16

PHÉNOMÈNE DE ZEEMAN

LONGITUDINAL ET TRANSVERSAL

DES

RAIES D DU SODIUM

PAR

H. NAGAOKA

D'après les recherches de Fabry et Perrot[1] et de Janicky[2], les raies D du sodium sont toutes deux simples, bien que Michelson[3] leur ait observé une structure complexe. En illuminant au moyen d'électrodes de mercure un tube à vide relié à une puissante bobine d'introduction par un tube capillaire de faible diamètre, on a trouvé que le tube émet les raies D en même temps que les raies de mercure. On obtient plus facilement les raies du sodium en remplissant le tube avec une petite quantité de chlorure de sodium, ou en employant comme électrodes des amalgames de sodium. Avec le spectroscope à échelons décrit dans mon article[4] sur l'effet de Zeemann dans des

[1] Fabry et Perrot, *C. R.* **130**, p. 653, 1900.

[2] Janicky, *Ann. de Phys.*, **19**, p. 74, 1906.

[3] Michelson, *Trav. et Mém. du Bur. intern des poids et mesures*, **11**, 1895.

[4] Nagaoka et Amano, *Arch. de Sc. phys. et nat.*, **27**, p. 285, 1909.

champs faibles, je suis arrivé au même résultat que Fabry et Perrot et Janicky, pour autant que le vide est suffisant. Dès que le vide est un peu moins parfait, les raies s'élargissent, diminuent d'intensité et chacune d'elles apparaît quelquefois comme un doublet. Ce fait est certainement dû à un renversement des raies. La largeur des raies est d'environ 0,03 A. U. lorsque le tube est bien vide, et ce n'est que dans ces conditions que le phénomène de Zeemann peut être mesuré avec exactitude.

J'ai entrepris les expériences qui suivent dans l'intention d'examiner si l'effet est en relation linéaire avec le champ, si l'écartement des raies est le même pour l'effet transversal que pour l'effet longitudinal et si enfin le rapport entre la charge et la masse des électrons en vibration calculé en appliquant la loi de Rung est le même pour les deux raies.

La variation de la longueur d'onde due à l'aimantation était mesurée au moyen d'un spectroscope à échelons, dont le pouvoir résolvant, pour $\lambda = 0,5\ \mu$, était de 430,000. Les indices de réfraction des lames de verre composant les échelons ont été déterminés au moyen d'un spectromètre, avec un prisme fait d'une partie de la même lame. Il n'y avait que de petits écarts avec les valeurs indiquées par le fabricant.

Pour obtenir des champs suffisamment forts et uniformes, un aimant en fer à cheval du type de du Bois, avec un noyau de 9,5 cm. de diamètre, fut pourvu de pièces polaires côniques perforées dans la direction de l'axe.

Pour mesurer l'effet longitudinal, l'extrémité des cônes, formant un angle d'environ 115°, fut tronquée

à la hauteur d'un diamètre de 20 cm. et prolongée par un autre cône dont l'angle vertical était de 80°, jusqu'à ce qu'il atteigne un diamètre de 7 mm. L'espace entre les deux cônes était de 5 mm. Ce dispositif rendait le champ plus uniforme que des pièces polaires produisant une force magnétique maximum. Avec une perforation circulaire de 4 mm. de diamètre, le champ dans l'espace libre n'était pas uniforme. Les raies D dédoublées semblaient légèrement courbes, montrant que le champ était assez faible dans l'axe des cônes. A cause de cela une ouverture de 4 mm. de long sur 5 mm. de large fut pratiquée dans les pièces polaires à la place de la perforation circulaire. Cette petite entaille des pièces polaires suffit à rendre le champ assez uniforme pour qu'il devint impossible de le reconnaître ni avec une petite bobine de recherches ni à l'apparence des raies dédoublées par le champ magnétique.

Le tube à vide fut placé parallèlement à l'ouverture et sa lumière en la traversant était rendue parallèle au moyen d'une lentille. En interposant sur son trajet un prisme de Fresnel, la lumière polarisée à droite et à gauche était transformée en lumière polarisée rectilignement dans deux directions perpendiculaires entre elles, de telle façon qu'il était possible de l'analyser au moyen d'un nicol ou d'un prisme de Wollaston. C'est ce dernier qui convenait le mieux pour les mesures oculaires. Pour mesurer l'effet transversal, nous nous servîmes de pièces polaires dont l'angle vertical était de 80°, mais sans entaille. Le diamètre à l'extrémité était de 7 mm. séparé par un espace de 5 mm.

Dans la plupart des expériences faites jusqu'à pré-

sent par différents physiciens, la force du champ était généralement estimée proportionnellement au courant passant à travers les électro-aimants et déduite ensuite indirectement en observant simplement le courant aimantant.

J'ai trouvé qu'avec l'électro-aimant que j'ai employé, cette méthode est sujette à des variations diverses, de telle sorte que pour obtenir le même degré d'exactitude qu'avec la méthode optique, il était nécessaire de mesurer la force du champ directement, indépendamment du courant aimantant. Dans ce but, je plaçai une planche de 60 cm. de long et 8 cm. de large horizontalement à environ 10 cm. au-dessous des pièces polaires et à angle droit de la direction du champ qui servait. La planche était pourvue d'un dispositif servant de guide pour faire mouvoir rapidement un petit support sur lequel était fixée une petite bobine de recherches. Cette bobine était enroulée à une bobine d'ivoire longue de 2 mm. et d'un diamètre de 3,5 mm. avec un fil de cuivre fin, en deux couches, faisant 40 tours. Cette bobine était reliée à un galvanomètre d'Arsonval sensible, dont on observait la déviation lorsqu'on amenait la bobine entre les pièces polaires ou qu'on l'en retirait. Pour déterminer la constante de cette bobine, je me servis d'une autre bobine de dimensions géométriques connues, à travers laquelle on lançait ou interrompait un courant de force connue.

Le courant était mesuré au moyen d'un ampèremètre de Kelvin. La bobine de recherches fut étalonnée en comparant les déviations dans différents champs dont la valeur était mesurée par la variation dans la résistance d'une spirale de bismuth, après avoir appli-

qué les corrections dues à la température[1]. La différence entre les deux constantes obtenues au moyen de ces deux méthodes était généralement inférieure à 1 %. La force du champ était mesurée pour chaque expérience, en sorte qu'une erreur due à l'hystérésis des électro-aimants pouvait pratiquement être considérée comme éliminée.

Il est bien connu que la raie D_1 se divise en quatre et la raie D_2 en six lorsque ces raies sont vues dans la direction transversale ; les intervalles pour D_1, mesurés depuis la position initiale sont dans la proportion de 1 : 2, et pour D_2 de 1 : 3 : 5. Si l'on observe dans la direction longitudinale, D_1 devient un doublet, et D_2 un quadruplet. La distribution des raies, rapportée à un triplet normal, est donnée dans le diagramme suivant (fig. 1) et dans la discussion qui va suivre, elles sont numérotées comme sur la figure.

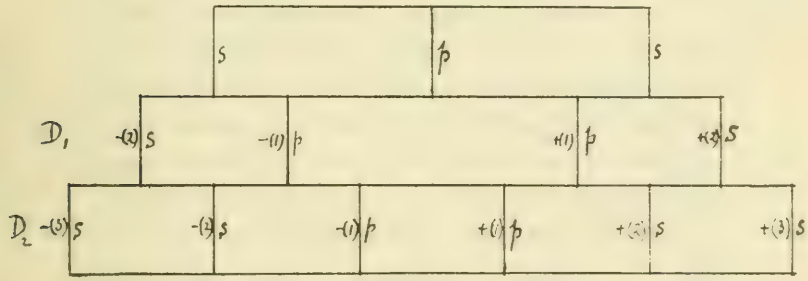


Fig. 1

La différence $\delta\nu$ du nombre des vibrations d'un triplet normal dans un champ magnétique H est donnée par :

$$\delta\nu = \frac{e}{m}\frac{H}{4\pi}.$$

[1] Henderson, *Ann. de Phys.*, **53**, p. 912, 1894.

d'où nous tirons facilement :

$$\frac{e}{m} = \frac{4\pi c\,\delta\lambda}{H\lambda^2}$$

où c désigne la vitesse de la lumière dans le vide.

En appliquant la loi de Runge d'après laquelle les variations dans la fréquence ($=\nu/2\pi$) de la lumière dans un champ H sont des parts aliquotes d'une quantité $a = eH/2mc$, on peut représenter la différence dans la fréquence pour l'effet transversal pour :

$$D_1 \text{ par } \pm\frac{2}{3}a(p),\ \pm\frac{4}{3}a(s)$$

$$D_2 \text{ par } \pm\frac{1}{3}a(p),\ \pm\frac{3}{3}a(s),\ \pm\frac{5}{2}a(s)$$

où p veut dire que la force électrique est parallèle à la force magnétique et s qu'elle lui est perpendiculaire. De cette manière, nous pouvons facilement calculer la valeur de e/m à partir de la valeur observée $\delta\lambda$.

Il n'a été observé aucune dissymétrie dans la distribution des raies par rapport à leur position initiale, de telle sorte que dans les tableaux qui suivent, il n'est donné que $\delta\lambda$ et les valeurs de e/m qui en sont déduites. Le champ H est exprimé en gauss, $\delta\lambda$ en millièmes d'unités Angström et e/m en unités électromagnétiques ; $\pm(n)$ se rapporte aux raies comme il est montré à la fig. 1. Σ's donne les sommes de H et de $\delta\lambda$ et les valeurs de e/m sur la même ligne sont les plus probables.

On peut se rendre compte de la largeur de l'espace entre les raies D en jetant un coup d'œil sur la fig. 2.

Les raies sont dessinées au moyen des valeurs $\frac{\Sigma\delta\lambda}{\Sigma H}$ et sont par conséquent les plus probables ; les valeurs de e/m déduites des résultats ci-dessus sont :

Effet longitudinal pour D_1, $\pm$ (2) : $e/m = 1.762 \times 10^7$
D_2, $\pm$ (2) : $e/m = 1.734 \times 10^7$
D_2, $\pm$ (3) : $e/m = 1.776 \times 10^7$
moyenne $e/m = 1.755 \times 10^7$

Les valeurs de e/m déduites de D_1 et D_2 coïncident presque entièrement.

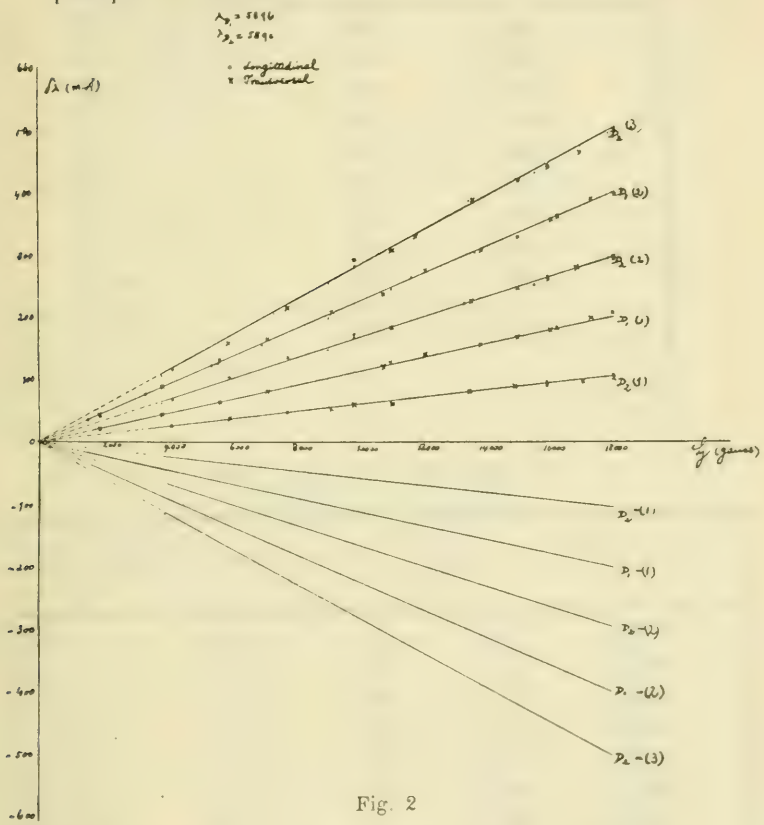


Fig. 2

Effet transversal pour D_1, $\pm$ (1) : $e/m = 1.788 \times 10^7$
D_1, $\pm$ (2) : $e/m = 1.792 \times 10^7$
moyenne $e/m = 1.790 \times 10^7$
pour D_2, $\pm$ (1) : $e/m = 1.866 \times 10^7$
D_2, $\pm$ (2) : $e/m = 1.798 \times 10^7$
D_2, $\pm$ (3) : $e/m = 1.786 \times 10^7$
moyenne : $e/m = 1.815 \times 10^7$

Effet longitudinal de D_1 ($\lambda = 5896$)

	H	$\delta\lambda - \delta\lambda$ $+_{(2)} \quad -_{(2)}$	$\left(\frac{e}{m}\right)_{(2)} \times 10^{-7}$
	1560	71.7	1.86
	3450	152	1.79
	5520	244	1.79
	7020	305	1.77
	9080	382	1.71
	11150	476	1.73
	13820	606	1.78
	15920	680	1.73
	18330	796	1.76
Σ	85850	3712	1.762

Effet longitudinal de D_2 ($\lambda = 5890$)

	H	$\delta\lambda - \delta\lambda$ $+_{(2)} \quad -_{(2)}$	$\delta\lambda - \delta\lambda$ $+_{(3)} \quad -_{(3)}$	$\left(\frac{e}{m}\right)_{(2)} \times 10^{-7}$	$\left(\frac{e}{m}\right)_{(3)} \times 10^{-7}$
	3840	113	205	1.60	1.74
	5800	175	309	1.65	1.74
	7480	233	406	1.69	1.77
	9210	285	498	1.64	1.77
	11260	351	605	1.64	1.75
	13500	438	774	1.76	1.87
	15720	499	857	1.73	1.78
	16800	533	901	1.72	1.75
	18100	606	983	1.82	1.77
Σ	101710	3243	5538	1.734	1.776

Effet transversal de D_1

	H	$\delta\lambda - \delta\lambda$ $+_{(1)} \quad -_{(1)}$	$\delta\lambda - \delta\lambda$ $+_{(2)} \quad -_{(2)}$	$\left(\frac{e}{m}\right)_{(2)} \times 10^{-7}$	$\left(\frac{e}{m}\right)_{(2)} \times 10^{-7}$
	1910	43.9	85.8	1.87	1.83
	3950	80.6	179	1.66	1.83
	5750	127	262	1.80	1.85
	7280	158	322	1.77	1.79
	9240	196	401	1.73	1.76
	10920	237	464	1.77	1.73
	11300	252	498	1.82	1.79
	12330	276	539	1.82	1.77
	14000	306	606	1.78	1.76
	15180	329	652	1.76	1.75
	16250	356	702	1.78	1.76
	16560	363	712	1.78	1.75
	17550	400	770	1.85	1.78
	18240	410	803	1.83	1.79
Σ	160960	1767	3548	1.788	1.792

Effet transversal de D_2

	H	$\delta\lambda - \delta\lambda$ $+_{(1)} \quad -_{(1)}$	$\delta\lambda - \delta\lambda$ $+_{(2)} \quad -_{(2)}$	$\delta\lambda - \delta\lambda$ $+_{(3)} \quad -_{(3)}$	$\left(\frac{e}{m}\right)_{(1)} \times 10^{-7}$	$\left(\frac{e}{m}\right)_{(2)} \times 10^{-7}$	$\left(\frac{e}{m}\right)_{(3)} \times 10^{-7}$
	4230	53.2	133	226	2.05	1.71	1.74
	6070	72.6	207	364	1.96	1.86	1.90
	7900	89.8	271	417	1.86	1.87	1.72
	10000	114	341	580	1.86	1.85	1.89
	11900	139	395	648	1.91	1.80	1.78
	13620	160	458	774	1.91	1.83	1.85
	15280	178	510	828	1.89	1.81	1.79
	16150	180	526	871	1.82	1.78	1.76
	17300	192	551	915	1.81	1.73	1.73
	18300	204	605	991	1.82	1.80	1.77
Σ	120750	1342.6	3997	6614	1.866	1.798	1.786

Les résultats pour les deux raies rentrent dans les limites de l'erreur d'observation, sauf pour D_2, $\pm$ (1) et ils sont légèrement plus élevés que ceux déduits de l'effet longitudinal. La moyenne de toutes ces observations donne pour e/m la valeur 1.787×10^7.

En rapportant à la méthode ci-dessus les résultats de Lehmann, Runge et Paschen, nous trouvons les chiffres suivants :

		Lehmann	Runge et Paschen
Effet longit. pour	D_1, $\pm$ (2)	1.63×10^7	—
	D_2, $\pm$ (2)	1.63×10^7	—
	D_2, $\pm$ (3)	1.63×10^7	—
Effet transv. pour	D_1, $\pm$ (1)	1.65×10^7	1.695×10^7
	D_1, $\pm$ (2)	1.66×10^7	1.695×10^7
	D_2, $\pm$ (1)	1.65×10^7	1.67×10^7
	D_2, $\pm$ (2)	1.67×10^7	1.71×10^7
	D^2, $\pm$ (3)	1.66×10^7	1.62×10^7

Ces valeurs sont plus faibles que celles qui résultent des observations rapportées ci-dessus ; mais, comme nous l'avons déjà fait observer, il y a toujours de l'incertitude dans la valeur de la force magnétique si elle n'est pas mesurée directement pour chaque observation.

Il n'est pas inutile de comparer ici mes résultats avec des mesures faites sur d'autres raies. Des expériences récentes faites avec M. T. Takamina sur des raies de différents éléments nous ont donné les résultats suivants :

Raie de l'Helium 6678 (triplet) : $\frac{e}{m} = 1.74 \times 10^7$

» » 5876 » : $\frac{e}{m} = 1.70 \times 10^7$

» » 5016 » : $\frac{e}{m} = 1.86 \times 10^7$

Raie du Neon	5853 (triplet) :	$\frac{e}{m} = 1.80 \times 10^7$
Raie de l'Or	5835 (quadruplet) :	$\frac{e}{m} = 1.79 \times 10^7$
»	» :	$\frac{e}{m} = 1.78 \times 10^7$

Les expériences que j'ai faites pour des raies du mercure ont donné :

pour 5770 (raie divisée en neuf)[1] :		$\frac{e}{m} = 1.83 \times 10^7$
5461	» :	$\frac{e}{m} = 1.816 \times 10^7$ (effet longitudinal)
»	» :	$\frac{e}{m} = 1.780 \times 10^7$ (effet transversal)

Toutes ces expériences montrent que la valeur de e/m trouvée à partir des effets longitudinal et transversal des raies D est à peu près la moyenne des valeurs trouvées à partir d'expériences faites sur différents éléments. Il aurait été intéressant d'examiner si la variation de la longueur d'onde est directement proportionnelle à la force du champ ou pas, mais les raies du sodium ne sont pas assez nettes pour éluder la question d'une manière définitive. Dans les expériences ci-dessus, la largeur moyenne des raies était d'environ 0,03 U. A. dans un champ nul, de telle sorte que les divergences dans les observations sont

[1] La description des caractères intéressants de cette ligne qui est généralement considérée comme un triplet, quoique Lehmann l'aie reconnue comme divisée en neuf et comme présentant une valeur anormale de e/m, sera réservée pour un prochain article. La valeur donnée ici a été obtenue après une analyse minutieuse des neuf raies. La valeur anormale de e/m obtenue par Gmelin, Gehrcke et Baeyer, peut être interprétée comme coïncidant presque exactement avec les présents résultats.

principalement dues à une erreur de pointage. Des expériences faites avec M. Takamina m'ont conduit à la conclusion que la loi de proportionnalité est strictement suivie pour l'effet longitudinal mais que dans la direction transversale le dédoublement des raies ne suit pas une loi simple pour des champs de quelques milliers de gauss, de telle sorte que le présent mémoire ne donne pas de conclusions pour les effets dans des champs faibles.

Instit. de Physique de l'Université de Tokio, avril 1910.

SUR LE

FROTTEMENT INTÉRIEUR

DE QUELQUES MÉTAUX

AUX BASSES TEMPÉRATURES[1]

PAR

C.-E. GUYE et H. SCHAPPER

Nous avons poursuivi l'étude du frottement intérieur des métaux aux basses températures en employant la même méthode et le même dispositif que MM. C.-E. Guye et V. Freedericksz[2].

Ces nouvelles recherches ont porté sur le *cuivre*, le *zinc*, *l'or*, le *nickel*, le *palladium* et le *platine*. Le dispositif général est représenté fig. 1 ; on en trouvera la description détaillée dans le mémoire précité. La principale différence consiste dans la forme donnée à l'équipage mobile dont on peut faire varier dans d'assez larges limites, le moment d'inertie sans changer son poids et par conséquent la tension du fil de suspension. A cet effet on peut remplir la partie axiale de l'équipage par un cylindre de plomb, ou remplacer ce cylindre par un anneau en laiton de même masse

[1] Une publication plus étendue sera faite en anglais par M. Schapper.

[2] *Arch. des sc. phys. et nat.*, janv., fév. et mars 1910. C.-E. Guye et V. Freedericksz.

occupant la partie périphérique interne de la boîte B B.

Le principe de la méthode a été développé antérieurement [1]. Le mouvement étant représenté dans une première approximation par l'équation.

$$K\frac{d^2\alpha}{dt^2} + (C' + C)\frac{d\alpha}{dt} + (W' + W)\,\alpha = 0$$

on en déduit

$$C = \frac{2K\lambda}{T} - C' \qquad (I)$$

K moment d'inertie ; C' coefficient d'amortissement du fil de suspension et de l'équipage déterminé par des expériences préalables ; C coefficient d'amortissement du fil d'expérience ; W' couple élastique du fil de suspension ; W couple élastique du fil d'expérience ; λ décrément logarithmique observé ; T durée d'oscillation (période complète).

Il est important de remarquer que, dans la plupart des cas, T varie peu avec la température et C' est petit de sorte que l'allure de la courbe du décrément λ est sensiblement la même que celle du coefficient C formule (I).

Les résultats de ces recherches peuvent se résumer graphiquement par les courbes qui suivent. Une première catégorie de courbes ont été construites *en prenant en abscisses les températures et en ordonnées des grandeurs proportionnelles à la constante C du fil d'expérience seul : cette constante étant ramenée par extrapolation au cas des amplitudes infiniment petites.*

[1] *Loc. cit.*

Le zéro absolu est pris comme origine des abcisses (courbes *a*).

La seconde catégorie de courbes a été établie *en prenant en abcisse l'amplitude et en ordonnée des grandeurs proportionnelles au décrément logarithmique* (courbes *b*).

Notons enfin qu'avant les expériences tous les fils ont été recuits dans le vide et sans charge (sauf le fil de suspension qui a été recuit avec sa charge) à 360° pendant trois heures.

A cet effet les fils d'expérience ont été placés horizontalement dans un tube de verre dur qui occupait l'axe d'un cylindre de fer parcouru par un courant alternatif. Le cylindre de fer qui pouvait être porté au rouge (pour recuire le platine) était noyé dans un bain de

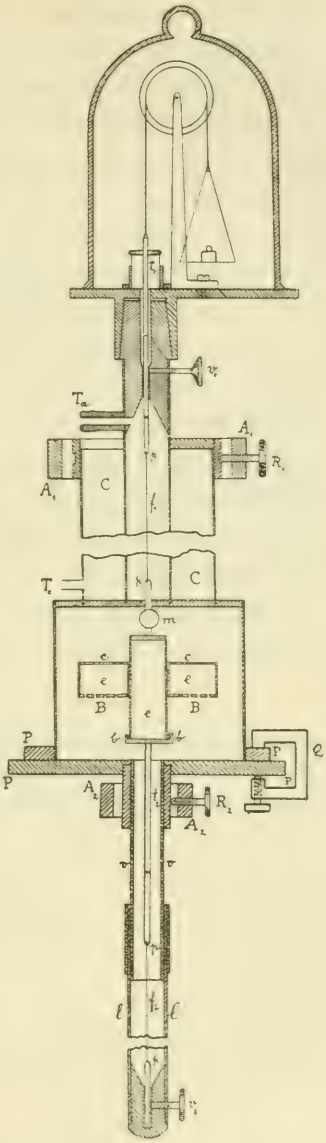


Fig. 1

sable, destiné à diminuer la déperdition de chaleur.

L'ensemble de la méthode opératoire est dans ses grandes lignes celle décrite dans le mémoire de MM. C.-E. Guye et Freederickz. Les graphiques qui suivent résument les résultats obtenus.

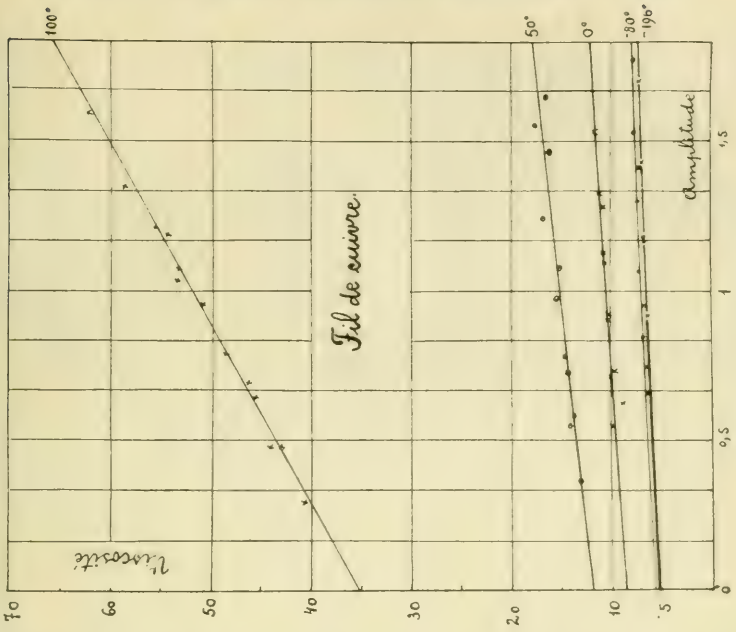
On peut se demander si l'on a raison de recuire le fil avant les expériences.

D'après les remarques faites par M. Ch.-Ed. Guillaume[1] il résulterait que l'écrouissage à la filière aurait pour effet de faire passer, en grande partie du moins, la couche extérieure du fil de l'état cristallin à l'état amorphe. Si l'on ne recuit pas le fil on a donc affaire à un corps dont la partie péripherique a une constitution différente de la partie centrale ; par contre si l'on recuit le fil on doit provoquer dans toute la masse du fil des phénomènes de cristallisation et l'on opère vraisemblablement sur un mélange de matière amorphe et de matière cristalline.

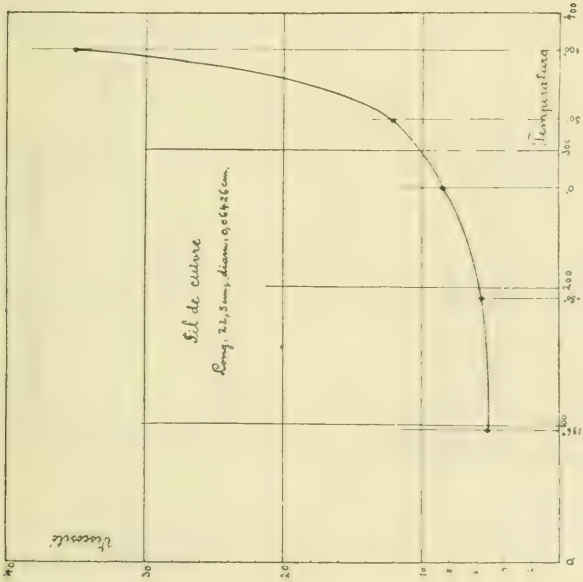
[1] *Bulletin de la Société française de physique 1909 4 fasc. p. 8.* M. Ch.-Ed. Guillaume cite à l'appui de cette manière de voir les expériences de MM. Schäfer, Beibly, Kahlbaum.

FIL DE CUIVRE

Longueur 22,5 cm. Diamètre 0,6426 mm.

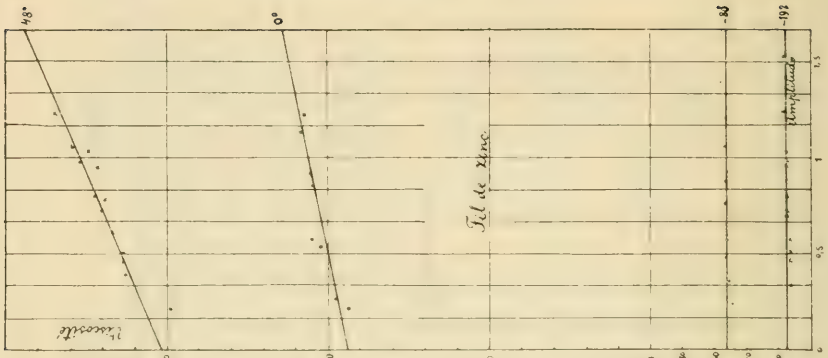


b) Influence de l'amplitude.



a) Influence de la température.

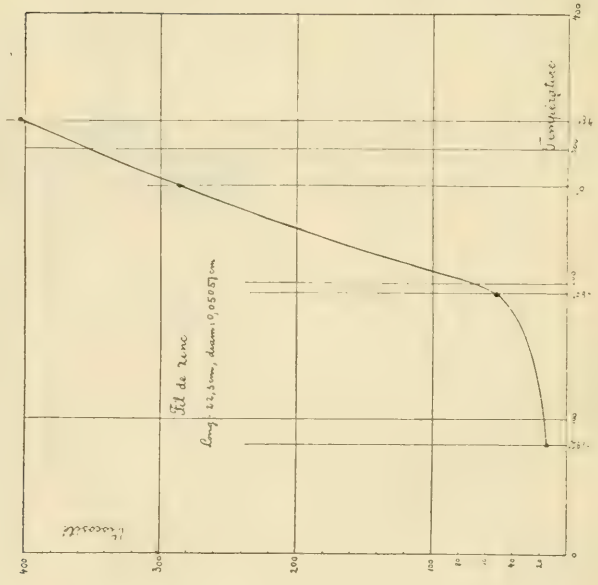
Le coefficient C_0 est franchement décroissant quand la température décroît. Le décrément est une fonction linéaire de l'amplitude.



b) Influence de l'amplitude.

FIL DE ZINC

Longueur 22,3 Diamètre 0,5057 mm.



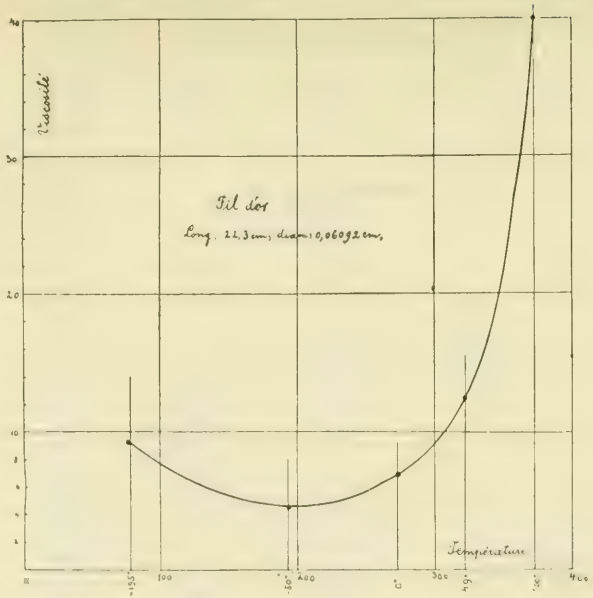
a) Influence de la température.

Le coefficient d'amortissement C_0 est franchement décroissant quand la température s'abaisse.

Le décrément logarithmique est une fonction linéaire de l'amplitude.

FIL D'OR

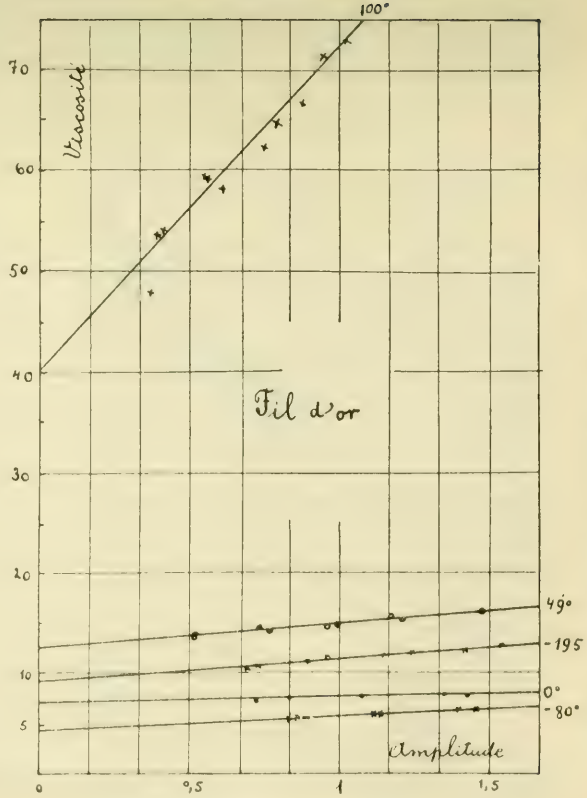
Longueur 22,3 cm. Diamètre 0,6092 mm.



a) Influence de la température.

Le coefficient d'amortissement C_0 se relève à la température de —195° (comme dans les expériences de MM. C.-E. Guye et Freedericksz).

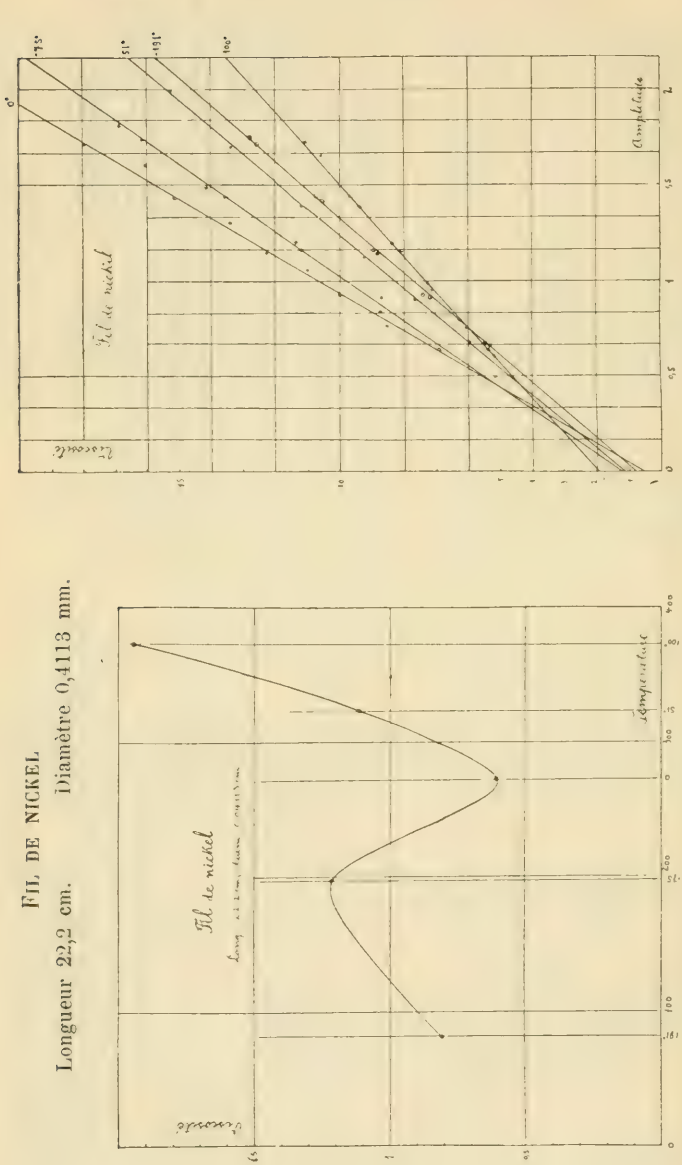
Le décrément est une fonction linéaire de l'amplitude.



b) Influence de l'amplitude.

FIL DE NICKEL

Longueur 22,2 cm. Diamètre 0,4113 mm.

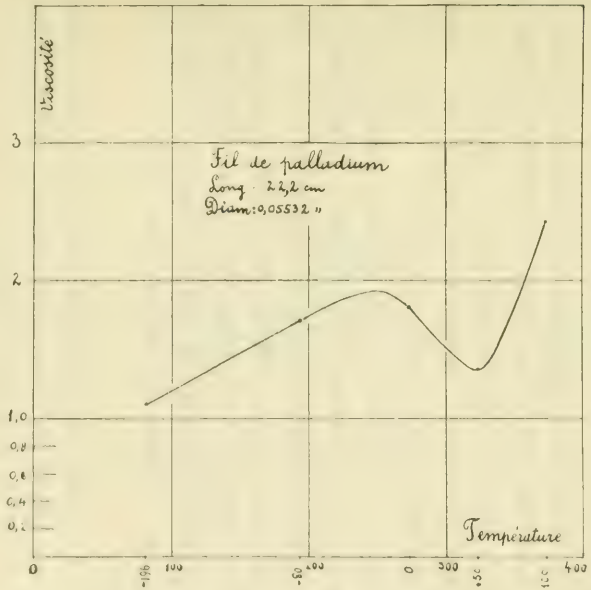


a) Influence de la température. *b)* Influence de l'amplitude.

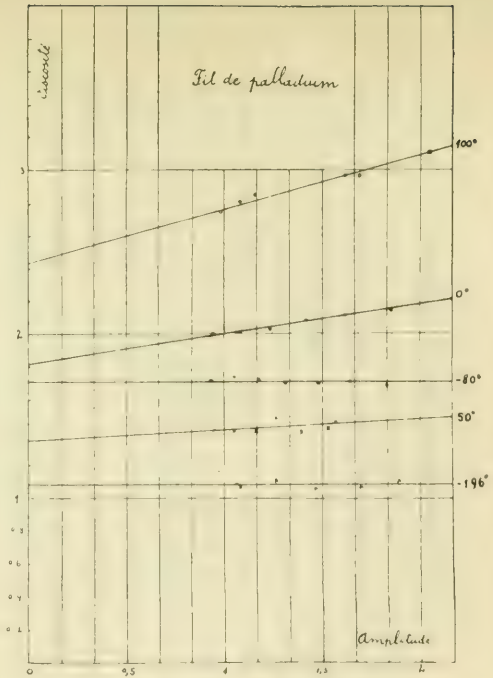
Le coefficient d'amortissement C_0 est plus petit que dans les métaux précédents. Le décrement logarithmique est toujours une fonction linéaire et très accentuée de l'amplitude, de sorte que l'extrapolation pour les amplitudes infiniment petites, intervertit l'ordre dans lequel se rangent les coefficients C_0 (ainsi entre 0,75° et 2° d'amplitude l'ordre décroissant des coefficients C est le suivant : 0°, —75°, +51°, —191°, +100°). Cette considération ne permet pas de tirer une conclusion précise sur l'allure de la courbe de C_0 en fonction de la température (courbe *a*).

Palladium

Longueur 22,2 cm. Diamètre 0,5532 mm.



a) Influence de la température



b) Influence de l'amplitude.

Ici l'ordre dans lequel se succèdent les coefficients d'amortissement est indépendant de l'amplitude; l'allure de la courbe *a* aurait plus de signification que dans le cas du nickel : mais les décréments sont alors trop petits pour donner une très grande certitude à la forme de la courbe. — Les décréments logarithmiques en fonction de l'amplitude sont nettement linéaires.

Expériences sur le Platine

Le platine étant un corps très éloigné de son point de fusion, il semble que ses propriétés doivent se rapprocher de celles de l'état solide parfait.

Nous avons constaté d'abord un coefficient d'amortissement *très faible en valeur absolue ;* ce qui diminue évidemment la précision des mesures. Par contre les expériences ont été effectuées sur neuf fils de trois diamètres différents, pris à la même bobine et ayant subi *simultanément* un recuit à la température du rouge sombre, dans le vide et sans traction.

Les courbes donnant l'influence de la température sur le coefficient d'amortissement C_0 présentent de grandes irrégularités, provenant en partie du fait que le décrément est très petit et qu'il est en général une fonction linéaire très accentuée de l'amplitude. Comme pour le nickel l'ordre dans lequel les coefficients C se rangent aux diverses températures dépend de l'amplitude choisie pour la comparaison.

Dans ces conditions il est presque impossible d'interpréter avec certitude les résultats; l'amortissement étant petit, on peut en effet se demander dans quelle mesure une action mécanique quelconque agit sur l'amortissement des actions mécaniques subséquentes.

En ce qui concerne le platine nous nous bornerons donc aux quelques remarques très générales qui suivent :

1° Le coefficient d'amortissement C_0 est très petit ; 2° il a toujours été trouvé plus grand à la température de $-80°$ qu'à $+100°$ et qu'à $-195°$. Les fils les

plus fins (II et III) montrent surtout ce point avec quelque régularité ; 3° le décrément logarithmique reste une fonction sensiblement linéaire de l'amplitude; 4° l'irrégularité des observations effectuées sur des fils en apparence identiques ne permet pas de conclure sur une relation éventuelle entre l'amortissement et les dimensions des fils.

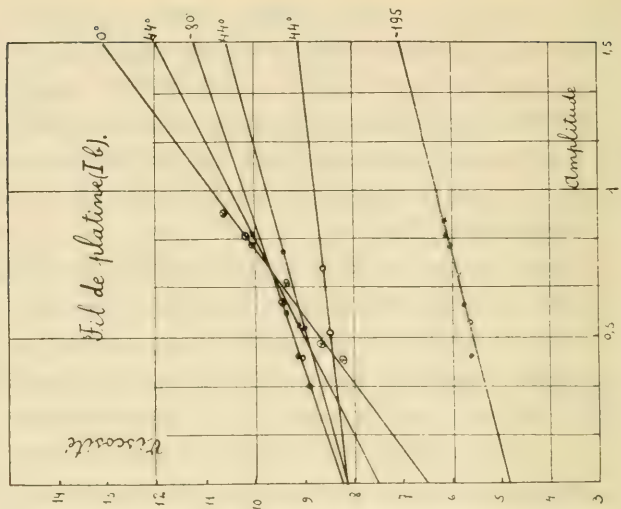
Afin que l'on puisse se rendre compte des irrégularités observées et de leur ordre de grandeur, nous donnons ci-après les courbes représentant à une grande échelle les coefficients C_0 et les décréments en fonction de la température et de l'amplitude. Tandis que les modules d'élasticité varient relativement peu, les décréments varient souvent dans de très larges limites. Voici pour faciliter la comparaison le tableau des modules d'élasticité des différents fils de platine pour les deux températures extrêmes de + 100° et de — 195°.

	+ 100°	— 195°
Fil I (a)	5.77×10^{11}	6.13×10^{11}
Fil I (b)	5.71×10^{11}	6.09×10^{11}
Fil I (c)	5.82×10^{11}	6.07×10^{11}
Fil II (a)	5.94×10^{11}	6.54×10^{11}
Fil II (b)	5.70×10^{11}	5.98×10^{11}
Fil II (c)	5.95×10^{11}	6.26×10^{11}
Fil III (a)	6.05×10^{11}	6.38×10^{11}
Fil III (b)	5.91×10^{11}	6.18×10^{11}
Fil III (c)	6.02×10^{11}	6.29×10^{11}

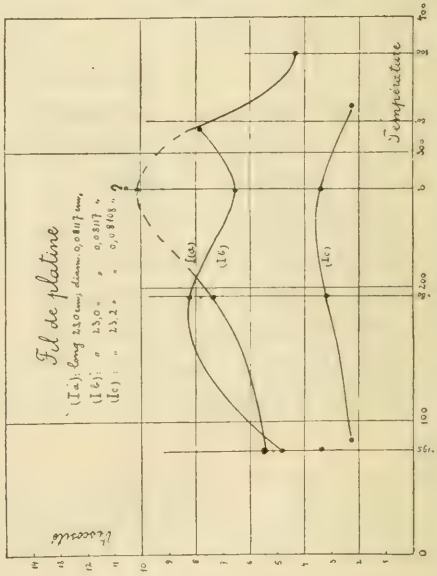
FILS (I)

Expériences faites sur trois fils de platine en apparence identiques.

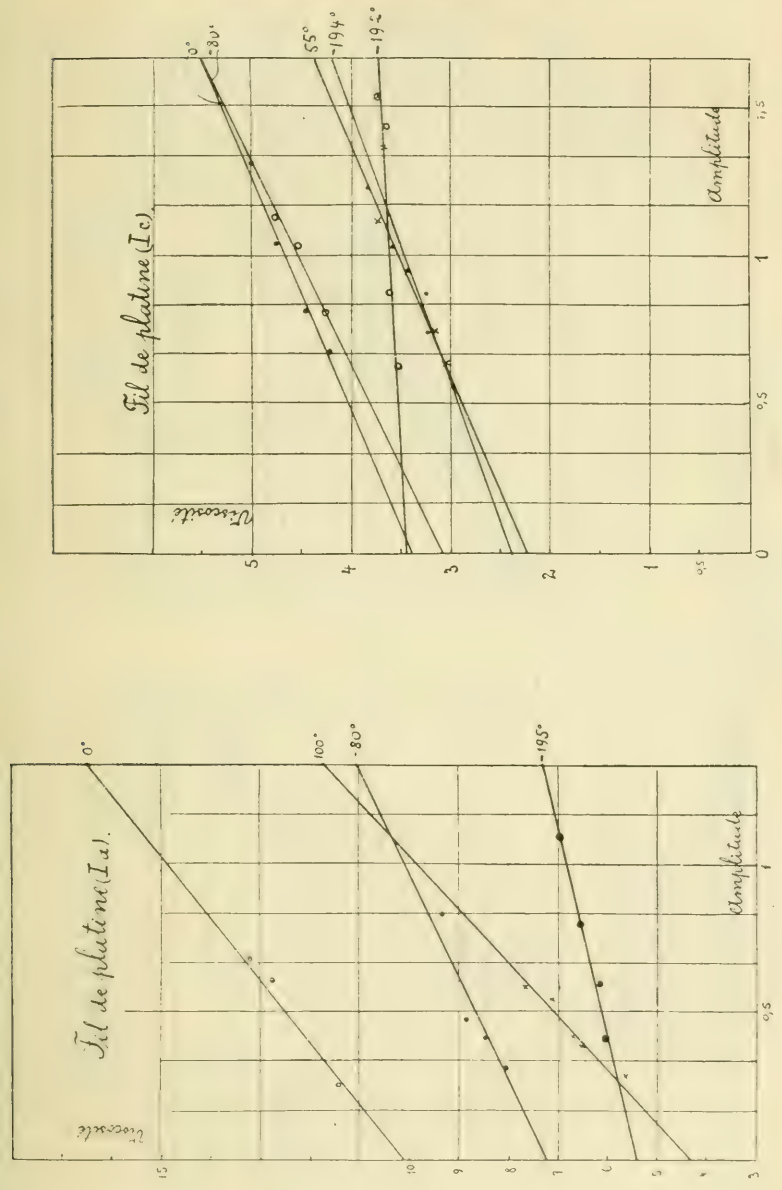
Longueur 23 cm Diamètre 0,812 mm.



b) Influence de l'amplitude.



a) Influence de la température.



b) Influence de l'amplitude.

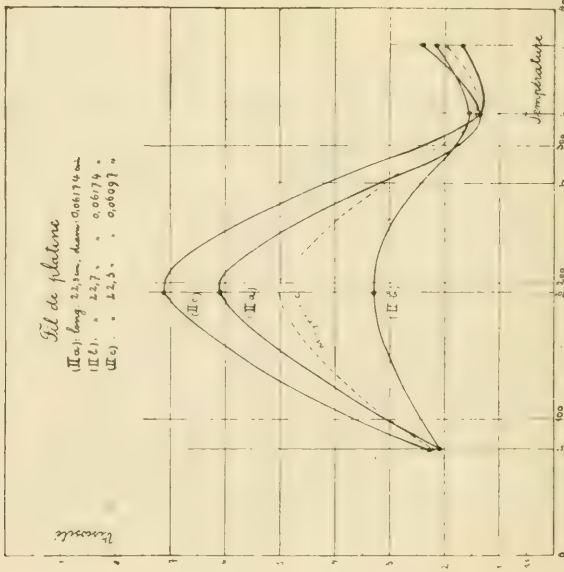
b) Influence de l'amplitude.

Les courbes *a* ne permettent de tirer aucune conclusion. — Les courbes *b* montrent que le décrément est toujours une fonction linéaire de l'amplitude.

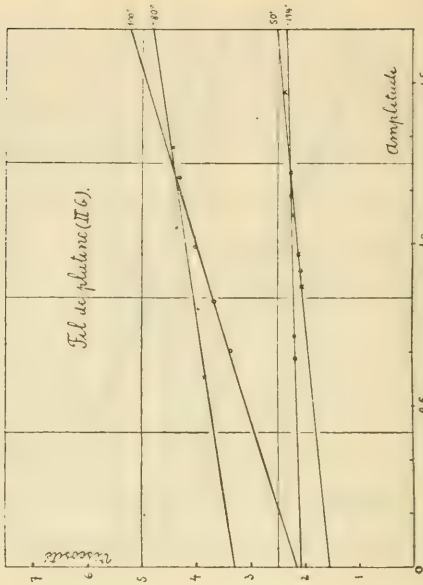
FILS (II)

Expériences faites sur trois fils de platine en apparence identiques.

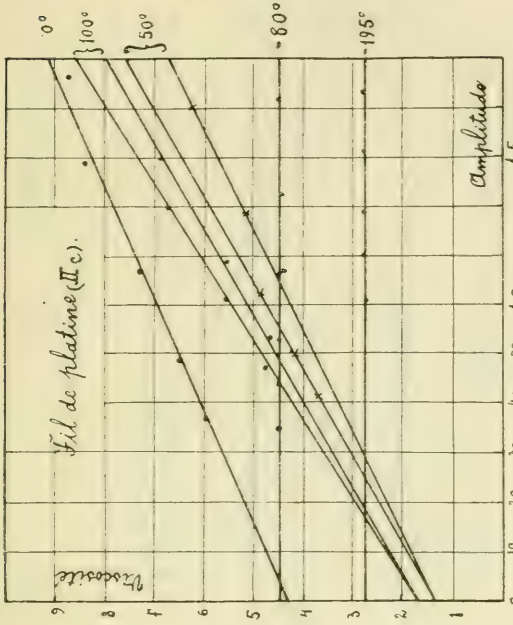
Longueur 23 cm. Diamètre 0,617



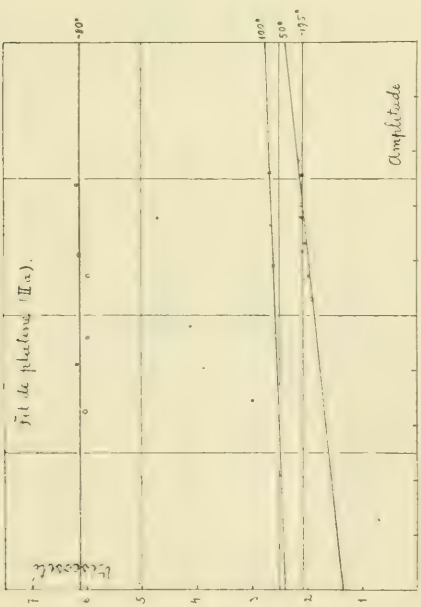
a) Influence de la température.



b) Influence de l'amplitude.



b) Influence de l'amplitude.



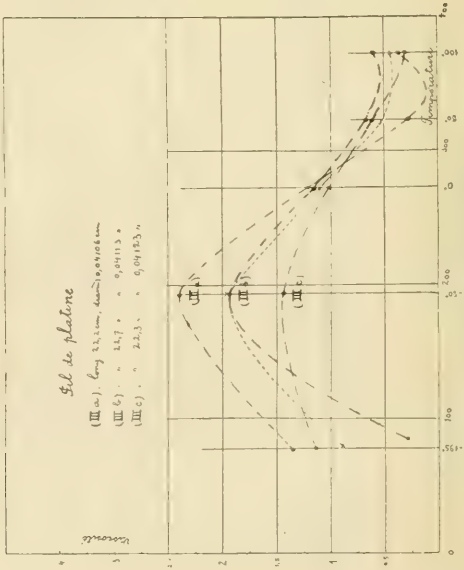
b) Influence de l'amplitude.

Les courbes *a* ont pour ces fils moins épais un peu plus de régularité ; elles montrent un relèvement du coefficient C_0 vers —80° pour les amplitudes infiniment petites.

FILS (III)

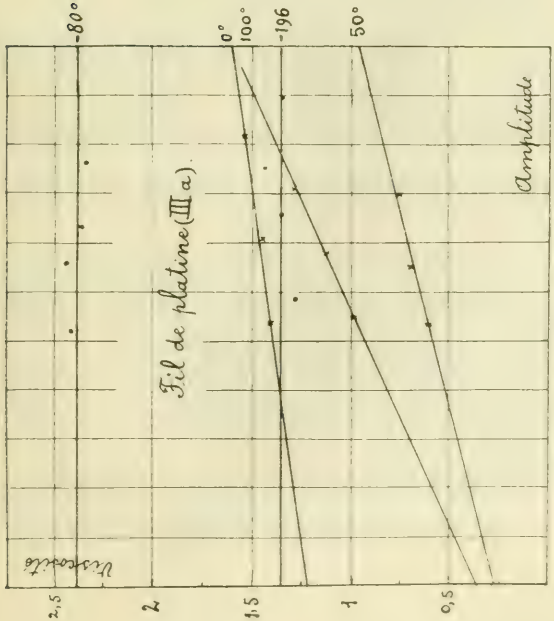
Expériences faites sur trois fils de platine en apparence identiques.

Longueur 23 cm. Diamètre 0,41 mm.

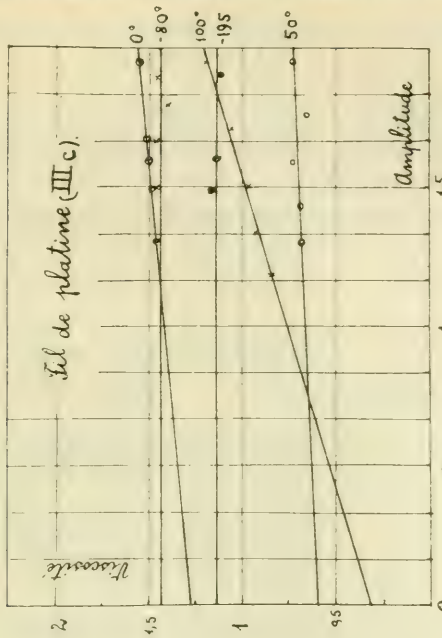


a) Influence de la température.

b) Influence de l'amplitude.



b) Influence de l'amplitude.



b) Influence de l'amplitude.

Les courbes *a* montrent le même relèvement du coefficient C_0 vers — 80°.

Conclusions

Le tableau suivant résume les conclusions de ce travail ; les plus grandes amplitudes étaient comprises entre 1°, 5 et 2°.

		CUIVRE	ZINC	OR	NICKEL	PALLADIUM	PLATINE
		—	—	—	—	—	—
Longueur.....		22cm,5	22cm,3	22cm,3	22cm,2	22cm,2	23cm,0
Diamètre		0mm,6426	0mm,5057	0mm,6092	0mm,4113	0mm,5532	0mm,8117
100°	C_0.....	**24,06**	000.0	**27,49**	**1,336**	**1,674**	**2,976**
	T	2s,381	»	3s,010	3s,831	2s,579	1s,143
	$N \times 10^{-11}$.	3,320	»	2,549	7,539	5,083	5,769
50°	C_0.....	**8,248**	**277,6**	**8,592**	**0,7664**	**0,9286**	**3,457**
	T	2s,358	4s,430	2s,988	3s,801	2s,576	1s,135
	$N \times 10^{-11}$.	3,385	2,313	2,586	7,658	5,095	»
0°	C_0.....	**5,877**	**197,3**	**4,818**	**0,4172**	**1,241**	**4,596**
	T	2s,336	4s,026	2s,969	3s,754	2s,57	1s,133
	$N \times 10^{-11}$.	3,449	2,383	2,620	7,851	5,115	»
—80°	C_0.....	**3,780**	**36,28**	**3,093**	**0,8372**	**1,175**	**4,276**
	T	2s,306	3s,622	2s,940	3s,677	2s,566	1s,123
	$N \times 10^{-11}$.	3,539	2,940	2,672	8,183	5,135	»
—195°	C_0	**3,643**	**10,42**	**6,358**	**0,5558**	**0,7444**	**3,024**
	T	2s,274	3s,539	2s,902	3s,577	2s,552	1s,111
	$N \times 10^{-11}$.	3,640	3,084	2,742	8,647	5,191	6,098

C_0, coefficient d'amortissement réduit aux amplitudes infiniment petites. — T, période d'oscillation. — N, second module d'élasticité.

L'examen de ce tableau met en évidence les points suivants :

1° Le cuivre et le zinc ont des coefficients d'amortissement franchement décroissants, comme l'argent, l'aluminium et le fer étudiés précédemment.

2° L'or a montré le même relèvement de coefficient à la température de l'air liquide que dans les expériences antérieures.

3° Le nickel, le palladium et le platine (métaux peu fusibles) ont des coefficients d'amortissement trop

petits pour qu'il soit permis de conclure avec certitude à une loi de variation de ce coefficient avec la température.

Cependant pour le platine (métal pour lequel les expériences ont été effectuées sur 9 fils de trois diamètres différents) nous avons toujours trouvé à — 80° un coefficient C_0 plus grand qu'à + 100° et qu'à — 195°.

4° Comme dans les expériences précédentes, nous avons constaté que le coefficient C varie en fonction linéaire de l'amplitude et que le deuxième module d'élasticité augmente lorsque la température s'abaisse.

En résumé, l'ensemble de ces expériences et celles d'un travail antérieur ne permettent pas de considérer en général le coefficient d'amortissement C comme décroissant constamment au fur et à mesure que la température s'abaisse. Vraisemblablement, chaque fois qu'on modifie la température ou l'action mécanique (tension du fil, amplitude, etc.) il tend à se produire, plus ou moins rapidement, un équilibre nouveau, et ce nouvel équilibre agit sur le coefficient C alors qu'il laisse presque intacte la valeur du module d'élasticité. Des fils de platine en apparence identiques, ayant subi simultanément le même recuit, ont des coefficients C souvent très différents. Il n'est donc pas possible, dans ces conditions, d'établir une relation certaine entre les dimensions du fil et le coefficient C. Le même fait avait a été observé sur des fils d'or recuits, et cela malgré la grande pureté de ce métal[1].

[1] C.-E. Guye et V. Freedericksz, *Arch. des Sc. phys. et nat.*, janv., févr., mars 1910.

CONTRIBUTION A LA THÉORIE DES OXYDASES

PAR

A. BACH

Pour expliquer le mécanisme de l'activation et du transport de l'oxygène par les oxydases, deux théories se trouvent en présence : celle de G. Bertrand et celle de l'auteur.

G. Bertrand [1] qui a entrepris le premier l'étude systématique des oxydases, a trouvé que la cendre de la *laccase*, ferment oxydant qu'il a retiré du latex de l'arbre à laque *(Rhus vinicifera)*, contenait du manganèse. A la suite de cette observation, il a cherché à établir une relation de cause à effet entre la présence de manganèse dans les oxydases et le phénomène oxydasique. Il admet que les oxydases sont des composés organiques de manganèse qui, sous l'influence de l'eau, se dédoublent facilement en une partie organique et protoxyde de manganèse :

$$R_{\prime\prime}Mn + H_2O = R_{\prime\prime}H_2 + MnO$$

La partie organique des oxydases est de nature protéique et jouit des propriétés d'un acide très faible. Le protoxyde de manganèse ainsi formé attaque la molécule d'oxygène inerte, dont il fixe un atome pour

[1] *Comptes rendus de l'Acad. d. Sciences*, t. 124, p. 124 et 1355.

former du bioxyde de manganèse et met l'autre en liberté :

$$MnO + O_2 = MnO_2 + O'$$

A son tour le bioxyde de manganèse est attaqué par la partie organique de l'oxydase, il y a de nouveau mise en liberté d'un atome d'oxygène et régénération du composé primitif, c'est-à-dire de l'oxydase :

$$MnO_2 + R_{\prime\prime}H_2 = R_{\prime\prime}Mn + H_2O + O'$$

On voit que, d'après la théorie de Bertrand, c'est le manganèse qui constitue le principe actif des oxydases, c'est le manganèse qui est la cause déterminante de l'activation de l'oxygène et de son transport sur la matière oxydable.

Cette théorie paraît assez simple à première vue, mais elle a le défaut d'être en contradiction avec les faits. Il y a lieu de remarquer qu'elle embrasse deux phénomènes d'ordre différent : l'activation de l'oxygène inerte et l'intervention du manganèse dans la fonction oxydasique.

En ce qui concerne le mécanisme de l'activation de l'oxygène, Bertrand adopte purement et simplement l'ancienne théorie de Hoppe-Seyler, d'après laquelle toutes les fois qu'un corps oxydable se trouve en présence d'oxygène libre, il scinde la molécule O=O pour faire un oxyde $R_{\prime\prime}O$ et met en liberté un atome d'oxygène —O— qui est le véritable oxygène actif. Sans faire ici la critique de la théorie de Hoppe-Seyler, je me bornerai à constater qu'elle a été à peu près complètement abandonnée. Parlant de cette théorie, H. Bodlän-

der[1] dit qu'elle marque *un pas en arrière* dans l'histoire de l'évolution de nos idées sur les phénomènes de combustion lente[2].

Quant à l'intervention du manganèse dans le phénomène oxydasique, Bertrand a cru pouvoir affirmer que cet élément ne saurait y être remplacé par aucun autre métal. Le manganèse serait donc l'*unique* principe actif des oxydases. Mais cette thèse n'a pas tardé à être infirmée par des faits précis. Sarthou[3], Slovtzow[4] et Issajew[5] ont découvert des oxydases ne contenant pas trace de manganèse, mais renfermant du fer. Ces oxydases, extraites de différentes plantes, présentaient tous les caractères de laccase de Bertrand. De plus, Issajew a constaté que les sels de manganès n'exerçaient aucune influence sur son oxydase à base de fer, alors que, d'après Bertrand, les oxydases pauvres en manganèse et peu actives acquièrent un grand pouvoir oxydant si on leur adjoint des sels de manganèse.

Il y avait là une grave contradiction, mais la théorie de Bertrand pouvait encore subsister à la condition d'élargir un peu le cadre et d'admettre que le fer, appartenant à la même famille chimique que le manganèse, pouvait, au même titre que celui-ci, jouer le rôle d'activateur et de transmetteur d'oxygène.

[1] H. Bodländer : Ueber langsame Verbrennung : *Sammlung chem. u. chem.-tech. Vorträge*, 11—12, 385.

[2] Je renvoie ceux que la question peut intéresser à ma monographie : « Die langsame Verbrennung und die Oxydationsfermente « qui va paraître dans le Ier vol. de *Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung*, ouvrage collectif publié sous la rédaction du prof. E. Abderhalden, à Berlin.

[3] *Journ. de Pharm. et de Chimie*, XI, 482.

[4] *Zeit. f. physiol. Chem.*, XXI, 227 (1900).

[5] *Zeit. f. physiol. Chem.*, 45, 331 (1905).

Cependant d'autres faits ont surgi qui étaient de nature à jeter quelque doute sur la validité de la théorie de Bertrand même ainsi élargie. A côté de l'*oxydase*, les plantes renferment un autre ferment, la *peroxydase*, qui seule n'exerce aucune action oxydante, mais qui, en présence de peroxyde d'hydrogéne ou de peroxydes organiques, produit exactement les mêmes oxydations que l'oxydase. Entre l'oxydase et la peroxydase, il existe une parenté difficile à méconnaître. Dans des conditions déterminées, la peroxydase accélère l'action de l'oxydase, de même que, dans d'autres conditions, l'action oxydante des peroxydes est accélérée par l'oxydase comme elle l'est par la peroxydase. Or, d'après les recherches de Rosenfeld [1], de de Stöcklin [2] et de Bach et Tcherniack [3], la peroxydase suffisamment purifiée *ne renferme ni fer ni manganèse*. Ceci étant, la question se posait de savoir si vraiment la manganèse ou le fer constituent le principe actif des oxydases, comme le veut la théorie de Bertrand. Cette question ne pouvait être résolue que par l'expérience. Il s'agissait de purifier l'oxydase suffisamment pour en éliminer complètement le manganèse et le fer, mais sans en détruire l'activité.

Au cours de mes recherches sur les ferments oxydants, j'ai à plusieurs reprises abordé ce problème, mais je n'ai pu le serrer de plus près qu'en 1908, m'étant procuré 12 kg. de champignons (*Lactarius vellereus*) très riches en oxydases. J'ai choisi cette matière première en raison de la stabilité relativement grande de l'oxydase qu'elle renferme.

[1] Oxydase aus Rettichwurzel. St. Petersburg 1906 (Dissert.).
[2] Contribution à l'étude de la peroxydase. Genève 1907 (Thèse).
[3] *Berichte d. d. Chem. Ges.*, 41, 2345 (1908).

Pour extraire et purifier l'oxydase, j'ai suivi la méthode usuelle. Les plantes réduites en pulpe ont été soumises à la presse et le suc obtenu a été précipité par l'alcool fort, le précipité a été redissous dans l'eau, de nouveau précipité par l'alcool, et ainsi de suite. Pour suivre la marche de la purification au point de vue de l'élimination du manganèse et du fer, j'ai eu recours au procédé suivant :

Lorsqu'on précipite une solution d'oxydase par l'alcool et qu'on fait sécher le précipité, il y a toujours une partie de la matière qui devient insoluble. Plus l'oxydase est impure, plus la quantité de matière ainsi insolubilisée est grande. Au cours de la purification de l'oxydase, j'ai donc pu recueillir une série de résidus insolubles. L'analyse des cendres de ces résidus a révélé que le premier précipité contenait une quantité appréciable de manganèse et une grande quantité de fer, le deuxième et le troisième ne contenaient que des traces de manganèse, le quatrième et le cinquième en étaient totalement exempts, mais renfermaient encore du fer. Arrivé à ce point de la purification, il a fallu déterminer quelle était la teneur en fer et en manganèse de l'oxydase active et soluble ainsi purifiée. J'ai donc sacrifié une portion du produit provenant de la sixième purification. Comme le résidu insoluble correspondant, la cendre de ce produit ne contenait pas de manganèse, mais renfermait du fer. La purification a été continuée. Mais au fur et à mesure que les opérations se succédaient, l'oxydase devenait de plus en plus difficile à précipiter par l'alcool. Traitées par 5 à 8 fois leur volume d'alcool à 98 °/₀, les solutions d'oxydase formaient des émulsions extrêmement résistantes

et qui ne laissaient déposer le ferment qu'au bout d'un temps très prolongé. Les pertes de ferment devenaient ainsi énormes. En dernier lieu, j'ai pu recueillir 0,987 gr. d'oxydase très active qui a fourni à l'incinération 0,791 gr. = 8 % de cendre. Celle-ci contenait encore une quantité appréciable de fer.

De cette expérience, longue et pénible, j'ai pu tirer un enseignement utile, à savoir : qu'il est relativement facile d'éliminer la manganèse de l'oxydase des champignons, mais que, pour l'élimination du fer, la méthode usuelle était insuffisante. J'ai donc cherché à combiner une méthode de purification appropriée. Après nombre d'essais infructueux sur lesquels je ne m'étendrais pas, j'ai fini par trouver une méthode qui m'a donné des résultats tout à fait satisfaisants. Ce qui rend les sucs et extraits végétaux difficiles à manier, c'est la présence de substances mucilagineuses qui empêchent la filtration et qui ne peuvent être éliminées en totalité qu'à la suite d'une série d'opérations, — précipitation par l'alcool, dessication, redissolution dans l'eau, nouvelle précipitation et ainsi de suite. Or, j'ai trouvé que l'addition de 5 à 10 % de sulfate de magnésie aux sucs et extraits végétaux modifie de telle sorte l'état de ces colloïdes qu'ils peuvent être précipités entièrement au moyen de petites quantités d'alcool, sans qu'ils englobent des proportions appréciables d'oxydases. Les liquides ainsi débarrassés des matières mucilagineuses peuvent alors être soumis directement à la précipitation fractionnée par l'alcool. L'expérience a démontré que par une seule précipitation fractionnée, qui ne prend que 2 à trois heures,

on peut arriver à éliminer totalement la manganèse de l'oxydase des champignons.

En possession de cette méthode, j'ai repris au mois d'octobre dernier les expériences de purification avec un suc provenant d'un mélange de deux espèces de champignons (*Lactarius vellereus* et *Russula delica*). Le suc a été traité par 5 °/₀ de sulfate de magnésie et soumis à la précipitation fractionnée par des quantités croissantes d'alcool à 98 °/₀. Les fractions les plus actives et par conséquent les plus pures ont été réunies — il y en avait en tout près de 8 gr. — et le mélange a été soumis à trois refractionnements successifs. La fraction la plus active obtenue à la suite de ces opérations pesait près de 2 gr. Elle oxydait très énergiquement la tyrosine, le pyrogallol, le p-crésol, le phénol, plus faiblement l'hydroquinone. C'était donc une oxydase bien caractérisée. A l'incinération, 1,68 gr. de cette oxydase (matière sèche) ont fourni 0,631 gr. de cendre parfaitement blanche et soluble dans l'acide acétique étendu. La cendre comprenait 26 °/₀ de sulfate de magnésie. Comme les fractions qui ont servi de point de départ ne renfermaient point de manganèse, la totalité de la cendre a été employée pour la recherche du fer. La réaction au ferrocyanure a donné un résultat *absolument négatif*. Avec le sulfocyanure, il s'est produit une coloration indéterminée, à peine perceptible et qui, au colorimètre, ne pouvait être distinguée de celle qu'ont donné les réactifs seuls avec la quantité correspondante d'eau.

Donc, l'oxydase des champignons purifiée comme il vient d'être dit peut être complètement débarrassée du manganèse et du fer sans perdre son activité. Il en

résulte que ces métaux ne constituent point le principe actif des oxydases et que le mécanisme du phénomène oxydasique n'est pas celui qui est admis par Bertrand.

En même temps que Bertrand (1897), j'ai énoncé, à la suite d'une longue série de recherches sur les phénomènes d'oxydation lente [1] une théorie tout à fait différente sur le mécanisme de l'action oxydasique. Ces recherches ont abouti à la conclusion que tout corps susceptible de s'oxyder à la température ordinaire, c'est-à-dire, sans l'intervention d'une énergie étrangère (chaleur, électricité), ne scinde pas la molécule d'oxygène inerte en ces atomes, comme l'admet la théorie de Hoppe-Seyler, mais commence par fixer une molécule d'oxygène incomplètement dissociée — O — O — pour former un peroxyde. C'est donc par formation primaire de *peroxydes* que se fait l'activation de l'oxygène. Cette conclusion à laquelle C. Engler [2] est arrivé à peu près en même temps que moi, mais par une voie différente, est aujourd'hui généralement admise comme étant en parfaite harmonie avec la totalité des faits connus. L'action oxydasique se manifestant à la température ordinaire, relève des mêmes lois qui régissent les phénomènes d'oxydation lente en général. Par conséquent, l'activation de l'oxygène, qui est à la base de l'action oxydasique, doit se faire par le même mécanisme que l'activation de l'oxygène dans tout autre cas d'oxydation lente. En

[1] *Compt. rend.* 124,951; *Moniteur scientifique*, 11,479 (1897). Voir aussi A. Bach : Sur l'évolution biochimique du carbone. *Archives des sc. phys. et nat.*, liv. de mai et juin 1898.

[2] *Berichte d. d. Chem. Ges.*, 1897 (juillet).

d'autres termes, l'activité de l'oxydase est due à la formation intermédiaire de peroxydes. Pour bien préciser ma pensée et montrer que des substances purement organiques peuvent fonctionner comme oxydases, j'ai eu recours à l'expérience classique de Schönbein. Si l'on fait passer un courant d'air dans une solution de bleu d'indigo, la matière colorante n'est pas sensiblement altérée. Qu'on ajoute à la solution une petite quantité d'essence de térébenthine ou d'essence d'amandes amères, le bleu d'indigo est rapidement oxydé en une matière colorante jaune, l'isatine. Nous savons aujourd'hui que cette *accélération de l'oxydation* de l'indigo par l'essence de térébenthine ou l'essence d'amandes amères est due à ce que ces substances donnent naissance sous l'action de l'air à des peroxydes qui ont pu être isolés et qui sont doués de propriétés oxydantes très énergiques.

Cette théorie de l'action oxydasique basée sur la formation intermédiaire de peroxydes, a été acceptée par l'énorme majorité des enzymologistes de tous pays. En France même, où l'école de Bertrand domine, elle n'a pas été jusqu'ici combattue ouvertement.

Si, contrairement à la théorie de Bertrand, le phénomène oxydasique peut être produit par des substances purement organiques, il ne s'ensuit pas que les sels métalliques qui existent dans l'organisme végétal et animal n'exercent aucune influence sur l'action des oxydases. Cette influence existe, mais elle est d'ordre *secondaire*.

On sait depuis Schönbein que certains sels métalliques, notamment le sulfate ferreux, accélèrent à un haut degré l'action oxydante du peroxyde d'hydrogène,

de même qu'ils accélèrent la marche des oxydations produites par l'oxygène en présence de substances facilement oxydables. C'est ainsi que le sulfate ferreux accélère l'oxydation de l'indigo par l'air en présence d'essence de térébenthine. Comme l'essence de térébenthine donne naissance à des peroxydes en fixant l'oxygène moléculaire, il est évident que le mécanisme de l'accélération par le sulfate ferreux est identique dans les deux cas.

En tant que substance facilement oxydable et agissant par formation intermédiaire de peroxydes, l'oxydase *doit* subir l'action accélératrice des sels métalliques au même titre que les autres peroxydes. C'est ce qui a effectivement lieu. Nous devons à Bertrand [1] la première observation relative à l'influence des sels métalliques sur les oxydases. Il a constaté que l'action oxydante des oxydases pauvres en manganèse et peu actives pouvait être considérablement exaltée par l'adjonction d'un sel de manganèse. Comme Bertrand attribuait au manganèse le rôle de principe actif des oxydases, il n'a pas étudié de plus près l'influence des autres sels métalliques et a cru apporter par cette observation une nouvelle preuve à l'appui de sa théorie.

Bien plus intéressante et plus claire est l'observation de Gessard [2] relative à l'influence des sels métalliques sur l'action de la tyrosinase. La tyrosinase est une oxydase qui transforme la tyrosine, avec le concours de l'oxygène de l'air, en un produit noir et insoluble, la mélanine. Cette transformation a lieu en

[1] *L. c.*

[2] *Compt. rend.* 130, 1327 (1900).

deux phases : il se forme d'abord un corps rouge, soluble, qui se fonce ensuite pour laisser déposer finalement la mélanine insoluble : Or Gessard a constaté qu'avec certaines tyrosinases la transformation du corps rouge en mélanine s'effectuait avec une extrême lenteur et que, dans ces cas, la formation de mélanine pouvait être considérablement accélérée par l'addition de sels métalliques, notamment de sels alcalino-terreux.

Cette observation de Gessard est parfaitement exacte, et j'ai pu l'étendre à d'autres sels et à d'autres oxydases. Au cours d'une expérience de régénération d'une solution de tyrosinase, devenue inactive, au moyen d'amalgame d'aluminium, j'ai constaté que la solution traitée par cet agent de réduction, a acquis la propriété d'accélérer énormément l'action de la tyrosinase *active*, sans qu'elle exerçat elle-même la moindre action oxydante sur la tyrosine. L'étude plus approfondie de ce phénomène a révélé que l'action accélératrice était due à la présence *d'hydrate d'alumine colloïdal* qui s'était formé au sein de la solution traitée par l'amalgame d'aluminium. Les expériences institués dans cette voie ont démontré que les sels d'aluminium accélèrent également la transformation du produit rouge en mélanine, mais à un degré moins accentué que l'hydrate d'alumine colloïdal.

J'ai aussi étudié l'influence des sels d'aluminium sur l'action de la laccase (phénolase). Il s'est trouvé que la laccase de champignons purifiée se comporte avec ces sels exactement comme la tyrosinase. Lorsqu'on fait agir une solution de phénolase, purifiée comme il a été indiqué plus haut, sur le pyrogallol en

présence d'air, il se produit une coloration jaune qui, au bout d'un temps plus ou moins prolongé, fait place à une coloration rouge-brun et le liquide laisse déposer finalement des cristaux de purpurogalline. En ajoutant au mélange quelques gouttes d'une solution de sulfate d'alumine, on voit la purpurogalline se former en quelques minutes. Pour me rendre compte, si le sulfate d'alumine accélère ici l'action de l'oxydase elle-même ou seulement la transformation ultérieure des produits d'oxydation déjà formés, j'ai fait l'expérience suivante :

Une solution d'oxydase de champignons purifiée a été additionnée de pyrogallol et le mélange a été traité par un courant d'air. Lorsque la solution eut pris une coloration jaune prononcée, la moitié de la solution a été soumise à l'ébullition pour détruire l'oxydase et, après refroidissement, les deux portions ont été additionnées de quantités égales de sulfate d'alumine. Dans les deux cas, la marche de la transformation du produit d'oxydation jaune en purpurogalline a été exactement la même. De plus, le produit d'oxydation jaune qui s'obtient soit en exposant une solution de pyrogallol à l'action de l'air, soit en traitant une solution de pyrogallol par le peroxyde d'hydrogène, se transforme sous l'influence des sels d'aluminium en purpurogalline exactement dans les mêmes conditions que le produit d'oxydation engendré par l'oxydase.

Il résulte clairement de ces expériences que l'influence des sels métalliques sur les oxydases est exactement du même ordre que celle du sulfate ferreux sur les peroxydes, dans l'expérience de Schönbein citée plus haut. Les sels métalliques ne manifestent

leur action que parce que l'oxydase donne naissance à des peroxydes. Cela devient tout à fait évident si l'on se rappelle que les sels de fer et de manganèse ne sont efficaces que lorsqu'il s'agit de l'oxydation de substances facilement oxydables et qui absorbent spontanément l'oxygène avec formation de peroxydes. Tel est, par exemple, le cas de l'hydroquinone dont Bertrand s'est servi pour établir ses déductions. Par contre, lorsqu'une substance ne s'oxyde pas spontanément à l'air et ne donne pas lieu à la formation de peroxydes, l'addition de sels de fer ou de manganèse ne produit aucun effet.

En résumé, les sels métalliques, les composés de fer et de manganèse en particulier, ne font nullement partie intégrale des oxydases et n'en constituent pas le principe actif. Ils n'entrent en jeu que lorsque l'oxygène libre est déjà fixé par les oxydases sous forme de peroxydes et alors ils accélèrent l'action de ces peroxydes exactement de la même manière dont le sulfate ferreux accélère l'action oxydante du peroxyde d'hydrogène. Il y a entre ces deux séries de phénomènes un parallélisme complet qui est basé sur un ensemble de faits faciles à vérifier. Ces faits qui sont incompatibles avec la théorie de Bertrand, s'harmonisent par contre parfaitement avec ma théorie de l'action oxydasique basée sur la formation intermédiaire de peroxydes.

ÉTUDE DU VERSANT OCCIDENTAL
DE LA PREMIÈRE CHAINE DU JURA MÉRIDIONAL
ENTRE LE RECULET ET LA MANTIÈRE (CREDO)

PAR

Xenié de TSYTOVITCH

(Suite et fin)

(Avec les planches I à VII)

Tectonique

Profil du Reculet

Une coupe fort belle et visible de loin de l'anticlinal du Reculet se présente à l'est du hameau de la Rivière grâce à la profonde tranchée transversale du Creux du Reculet, qui a découvert les couches du Jurassique supérieur et moyen incurvées en une magnifique charnière. La formation de ce ravin est en relation avec l'effondrement du flanc occidental de la chaîne entre cette ligne et l'arête de la Patrouille (voir Fig. 1).

L'entrée du ravin de la Rivière est creusé dans l'Argovien presque vertical, même légèrement renversé. En suivant ces bancs vers le N. E. soit dans la direction du vallon de la Chat, on les voit s'appuyer bientôt contre les calcaires séquaniens, qui tendent à s'incurver au-dessus d'eux en les enveloppant et montrent des replis secondaires. Quant aux Kimmeridgien et Portlan-

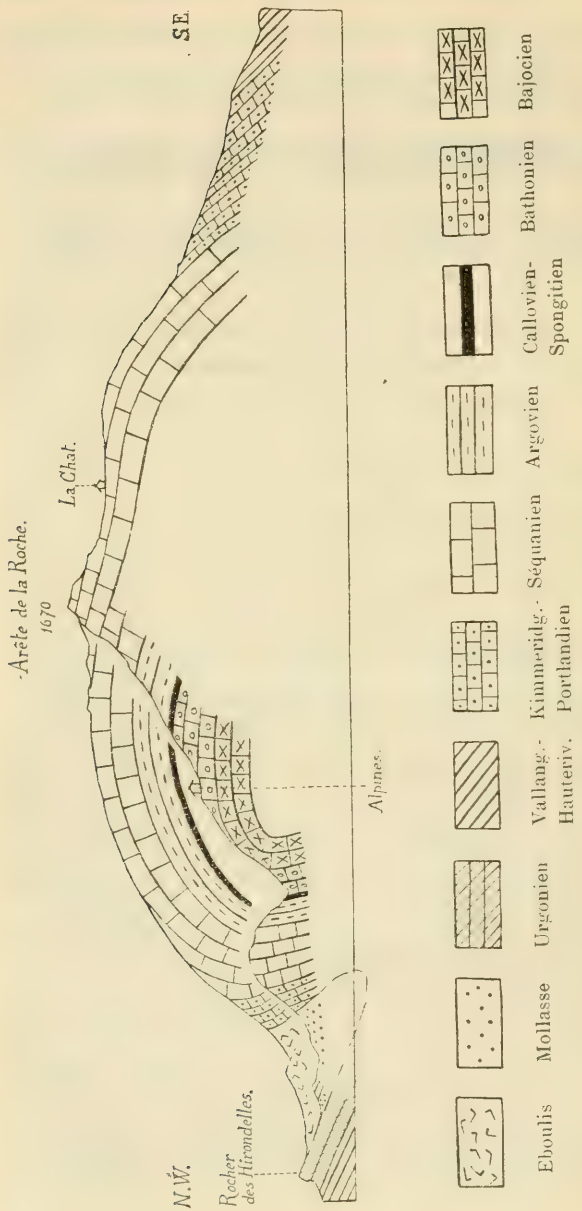


Fig. 1. — Profil du Reculet.

dien, le premier seul subsiste, considérablement réduit et laminé, en contact direct avec les sables molassiques du vallon de la Chat.

Après avoir traversé obliquement l'Argovien, le ravin de la Rivière s'engage presque longitudinalement dans les couches fortement redressées du Bathonien, qui plongent d'environ 60°-70° au N. W., puis il suit à peu près le contact entre le Bathonien et les calcaires spathiques ocreux du Bajocien supérieur.

Au dessus des *Alpines* le ravin se divise en deux bras, dont l'un prend de suite une direction transversale et est creusé dans le Bathonien et le Bajocien entre la hauteur des Alpines et une crête plus septentrionale ; celle-ci est formée par les assises du Bathonien, du Callovien et du Spongitien en série normale et plongeant de 20° au N. E.

L'autre bras du ravin, qui est le principal et correspond au Creux du Reculet, commence par remonter longitudinalement dans les couches presque verticales du Bathonien (du Callovien et du Spongitien) en série renversée, puis il s'incurve vers l'E. et s'engage finalement dans la série normale du Callovien, du Spongitien, de l'Argovien et du Séquanien plongeant au N. W. comme aux Alpines. Dans le versant N. de ce ravin on peut voir de jolis replis secondaires dans le Séquanien. D'après ce que nous venons de voir, le pli du Reculet est donc caractérisé en première ligne par l'incurvation brusque en genou de ses couches et par le renversement de son jambage occidental, qui est laminé dans ses termes supérieurs et qui a perdu ainsi tous les élements crétaciques normalement intercalés entre le Malm et la Molasse.

Il est intéressant d'examiner maintenant ce que deviennent vers le S. W. le jambage renversé de cet anticlinal et le synclinal molassique sous-jacent.

La vallée de Chézery à partir du hameau de la Rivière s'élargit subitement en relation avec l'effondrement de la voûte, qui atteint son maximum entre la Rivière et le hameau du Rosset. En même temps, contrairement aux données des cartes publiées jusqu'ici, le jambage renversé s'éloigne progressivement de l'axe de la vallée, de façon à passer par les hameaux du Rosset et des Granges. Nous assistons donc ici à un élargissement brusque du synclinal de Chézery, en relation avec une déviation vers le S. de l'anticlinal du Reculet. Puis, vers l'arête de la Patrouille, la voûte suprajurassique se referme, en prenant une direction presque N. S., tandis que le synclinal de Chézery se resserre de nouveau et s'élève.

Le *jambage renversé* du pli du Reculet au S. du vallon de la Chat est caché par les éboulements sur une étendue de 2 kilom., mais on le retrouve bien conservé au S. du hameau de Rosset.

En montant aux Platières par un des bras du ravin du même nom, on peut relever une coupe complète à travers ce jambage. Au pied des affleurements l'Argovien plonge de 45° à l'ESE ; il est nettement laminé et a une épaisseur visible de 12 m. seulement. Plus haut les bancs du Spongitien sont déjà presque verticaux ainsi que l'assise callovienne (52°). Ensuite le Bathonien, dont les premiers bancs sont encore verticaux, s'incurve bientôt pour prendre un plongement E. W. de moins en moins fort et tend ainsi à recouvrir la charnière bajocienne du pli qui affleure à la hauteur du chalet de la Rochette (voir Fig. 2).

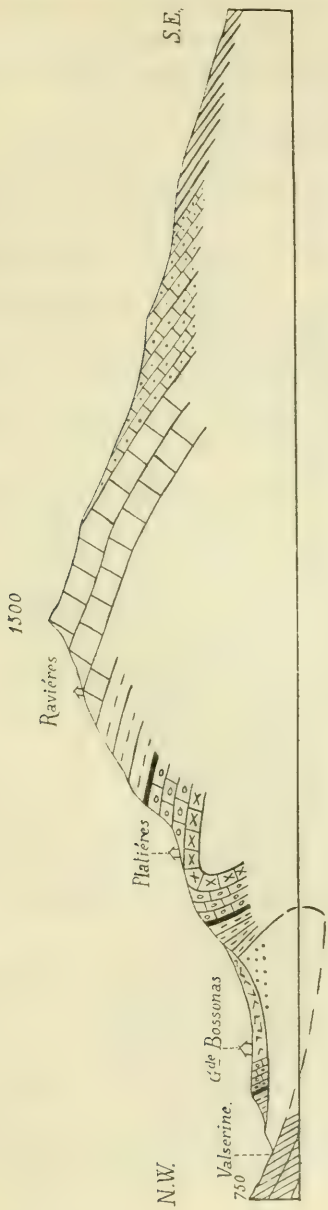


Fig. 2. — Coupe passant par les Platières. (Les signes comme pour la Fig. 1, p. 166.)

En comparant aux abords de ce profil l'épaisseur du Bathonien dans les deux jambages, on constate que cet étage n'a subi dans le flanc renversé qu'une diminution d'épaisseur peu considérable.

A partir des Platières on suit vers le S. le jambage renversé, plus ou moins conservé, en passant par la Charbonnière, l'Epeyrie, les Ruines et les Granges.

Sur toute cette longueur le renversement primaire de ses couches a été exagéré subséquemment par un phénomène général de tassement au vide, qui a coupé et plus ou moins culbuté les têtes de couches.

Au-dessus des Ruines et des Granges la descente des couches suivant des ruptures obliques a affecté non seulement le jambage renversé, mais aussi le cœur bajocien du pli et a déterminé la formation entre ces deux éléments d'une combe longitudinale. Ici le jambage renversé a donc été intensément disloqué par des tassements secondaires ; il a été couvert, en outre, par d'abondants éboulis tombés du haut des pentes ; malgré cela on peut se convaincre facilement du laminage tectonique intense qu'il a subi (voir Fig. 3). En effet le complexe du Bathonien renversé est réduit à 30 m. au plus et l'Argovien mesure à peine une dizaine de mètres. Les couches intermédiaires du Spongitien et du Callovien ne sont plus visibles au sud de l'Epeyrie.

Quant aux couches supérieures à l'Argovien elles se réduisent à de simples lambeaux ; je peux pourtant signaler, entre le ravin des Platières et le hameau de la Charbonnière, l'existence de quelques bancs de Séquanien inférieur. D'autre part, à l'est de la maison dite aux Ruines, on constate les bancs verticaux d'un

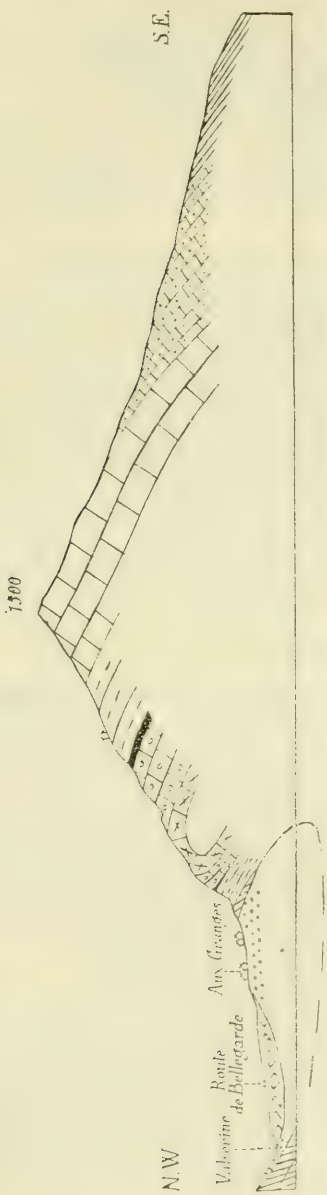


Fig. 3. — Coupe passant par les Ruines et les Granges. (Les signes comme pour la Fig. 1, p. 166.)

calcaire blanc, finement cristallin, du reste très métamorphisé, intercalé entre l'Argovien et la Molasse et qui paraît appartenir à l'Urgonien.

Au sud des Granges les derniers vestiges du jambage renversé disparaissent sous le grand éboulement séquanien-portlandien qui forme les Replats.

Extension de la Molasse.

Au sud du vallon de la Chat, la vallée de Chézery s'élargit considérablement, en partie à cause de l'effondrement de la voûte du pli du Reculet, en partie aussi à cause de la dilatation du synclinal molassique. Tandis, en effet, que la bordure occidentale de la Molasse suit à peu près le cours de la Valserine, depuis les Rochers des Hirondelles jusqu'au Forens, sa bordure orientale passe à l'est du vallon de la Chat, vers la ferme de la Chernaz, puis à l'est du Rosset, de l'Epeyrie, des Granges et des Ruines.

Au sud du Forens, la vallée de la Valserine commence à couper obliquement la chaîne du Crêt de Châlame, qui va former sur la rive gauche le massif de la Mantière, tandis que le synclinal de la Valserine se rétrécit et s'élève, disparaît momentanément sous les grands éboulements au sud des Granges et reparaît ensuite sous une forme très réduite entre les deux anticlinaux de la Mantiére et du Crédo.

Dans le vallon de la Chat, à la base du jambage renversé de la chaîne du Reculet, les sables molassiques affleurent particulièrement au voisinage de la ferme de la Chernaz. Un peu plus à l'ouest ils recouvrent les bancs aptiens des Rochers des Hirondelles appartenant au jambage oriental du Crêt de Châlame.

Au sud du hameau du Rosset en bas du Pralet, où les matériaux éboulés sont relativement peu abondants on devine la présence de la molasse aux formes doucement ondulées du terrain et à l'abondance des sources qui sortent probablement des sables molassiques recouverts de débris Séquaniens.

Plus au sud, dans le région de l'Epeyrie, les Ruines et les Granges la Molasse apparaît d'une façon évidente; ses affleurements sont particulièrement nets le long d'un sentier qui monte du Champerou aux Ruines sur un parcours de 500 m., là où M. Riche l'a signalée ; son extension sur tout le territoire environnant est évidente à cause de l'abondance des sables molassiques à la surface, des formes ondulées du terrain, des nombreuses venues d'eau qui travaillent à un remaniement des molasses.

Étude spéciale du grand éboulement de Chézery.

L'arête de la Roche et ses dislocations.

Nous avons vu déjà qu'à partir du Creux du Reculet le versant ouest de l'Arête de la Roche correspond à une longue zône d'arrachement dont la paroi, diversement découpée atteint une hauteur d'environ 300 mètres. Cette zône est marquée d'abrupts et de petits gradins alternatifs. Dans sa partie septentrionale elle est entamée par plusieurs brêches bien visibles au-dessus des Alpines ; ces formes caractéristiques ont été créés par des ruptures locales dans le Séquanien ; les têtes de couche de celui-ci sont descendues d'une hauteur variable sur l'Argovien qui, par suite de l'érosion, leur était devenu une base insuffisante.

Par suite de ces mouvements de descente des têtes

de couches séquaniennes, celles-ci plongent avec des angles très variables de 15° à 40° au S.-E. Au bas de ces brèches un grand cône de débris séquaniens s'est développé.

Plus loin vers le sud, là où l'Arête de la Roche s'abaisse, la paroi de son versant occidental devient presque verticale et domine la forêt de Ramas avec une hauteur de 200 mètres sur une longueur d'environ 1 kilomètre (voir Pl. I).

A première vue les têtes de couches séquaniennes y semblent plonger faiblement et assez régulièrement vers le SE. ; en réalité elles ont subi des tassements qui ont produit de fréquentes irrégularités dans leur inclinaison. Ce fait est bien visible le long du sentier rapide de l'Angleret. Ici et plus au sud on peut constater l'existence de grandes fissures coupant obliquement la paroi avec une direction à peu près S.-N. et contribuant à détacher périodiquement les têtes de couches.

Ce tronçon de l'Arête de la Roche se termine par la magnifique niche d'arrachement, de laquelle est parti l'éboulement connu sous le nom d'Avalanche des Hautes et qui a affecté non seulement le Séquanien mais aussi le Dogger sous-jacent.

Cette niche d'arrachement correspond à une échancrure profonde de 150 mètres environ, longue de 250 et haute de 200 mètres (voir Pl. II).

Son mur, très fortement incliné dans son ensemble, est d'abord presque vertical dans le Séquanien supérieur, puis un peu moins abrupt dans le Séquanien inférieur et de nouveau très incliné dans l'Argovien ; il disparaît finalement vers le bas sous les amas d'éboulis. Ce mur est du reste partiellement affaissé dans toute sa

partie médiane. En effet deux fractures obliques qui se rejoignent sur l'Arête de la Roche laissent entre elles un compartiment triangulaire, montrant des plongements irréguliers et une dislocation des bancs séquaniens très caractéristique. Ces fractures se prolongent dans les murs latéraux de la niche d'arrachement et paraissent avoir joué un rôle fondamental dans l'éboulement. Le crevassement de l'Arête de la Roche n'est pas limité à son versant ouest, il s'étend également sur le versant oriental.

Une première fissure, qui commence au-dessus du Creux du Reculet, montre sur une longueur de 80 mètres un baillement de ses deux lèvres de 1-2 mètres, puis sur une étendue de 100 mètres elle est comblée par des matériaux éboulés, mais peut encore être suivie facilement. Une seconde fissure se suit à partir de la niche d'arrachement des Hautes ; elle coïncide sur presque toute la longueur de la niche avec le mur du fond de celle-ci, puis elle se prolonge, soit au nord, soit au sud sur une longueur d'environ 300 mètres, décollant de la crête une tranche large suivant les points de 8 à 20 mètres. L'écartement des lèvres de la fracture peut aller, par places, jusqu'à 4 mètres. Ailleurs le baillement de l'ouverture est obstrué par des matériaux désagrégés. Dans le prolongement de cette fissure on en trouve une autre qui affecte la crête directement au nord de la Combe de la Roche et circonscrit un paquet décollé, long d'environ 30 mètres ét large de 3-5 mètres.

Des faits qui précèdent il résulte clairement que le démantellement de l'Arête de la Roche est loin d'être terminé et que, par le ravinement de l'Argovien et du

Dogger sous-jacents, le Séquanien qui la constitue est condamné à de nombreux écroulements encore.

A partir de la Combe de la Roche jusqu'à l'arête de la Patrouille la paroi séquanienne est réduite à 150 mètres au plus. Au-dessous d'elle se développent des pentes boisées, dont le sol est essentiellement formé par des têtes de couches écroulées de Séquanien et d'Argovien. Parmi les paquets ainsi descendus, les uns constituent des monticules irréguliers, d'autres affectent la forme de petites parois.

Dislocation dans la voûte médio-jurassique

La descente par paquets des têtes de couches que nous avons observée dans l'arête séquanienne de la Roche se présente également dans les assises du Dogger du jambage normal du pli ; un premier exemple de ce fait se montre dans un couloir au SE. du chalet des *Alpines*, où l'on constate qu'un complexe de couches formé de Bathonien supérieur, de Callovien et de Spongitien plonge au S. de 45°, c'est-à-dire d'un angle beaucoup plus fort que celui du plongement purement tectonique des assises voisines. Ce phénomène est encore plus manifeste au Sud des Alpines dans le territoire de *Ramas*.

Entre le domaine des Alpines et l'*Avalanche des Hautes* s'étend, au pied de la paroi séquanienne-argovienne, le plateau boisé de *Ramas*, sur lequel naissent les ramifications du ravin de Ramas. Je suis amenée par ce qui suit à considérer ce plateau comme créé essentiellement par la descente d'une grande partie de l'Argovien et des couches sous-jacentes (v. Fig. 4).

En effet, si l'on s'engage dans le ravin de Ramas

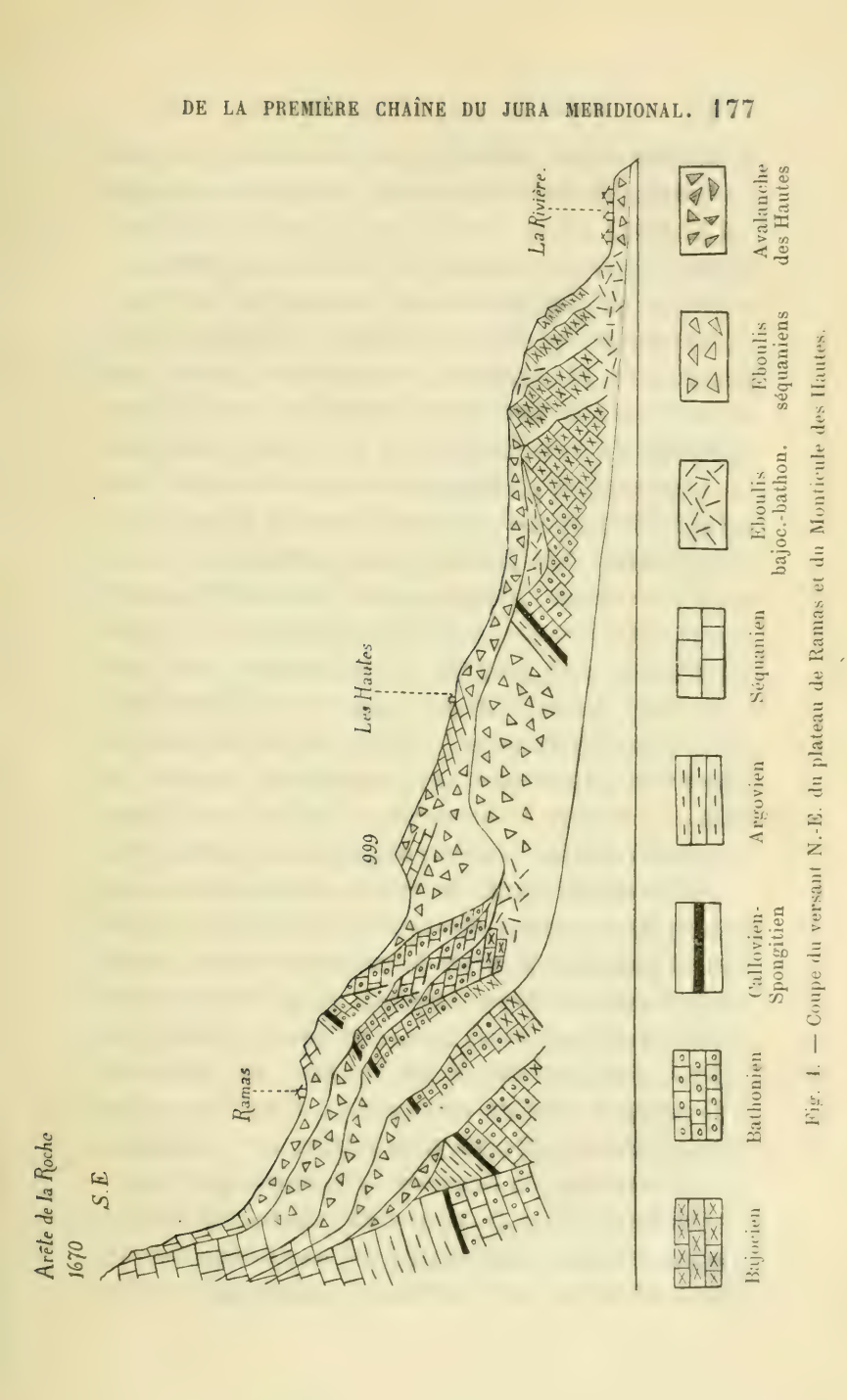


Fig. 4. — Coupe du versant N.-E. du plateau de Ramas et du Monticule des Hautes.

depuis son entrée inférieure, on peut voir dès celle-ci les assises du Bajocien supérieur du jambage normal qui plongent de 70° au S., puis un peu au-dessus, formant paroi, les couches du Bathonien moyen et supérieur qui s'enfoncent avec un angle de 60° puis de 50° au SE. et enfin le complexe du Callovien, du Spongitien et de l'Argovien dont la plongée au SE. est de 40° puis de 30°. Toute cette série est incontestablement déplacée de haut en bas et les termes qui la constituent se prolongent tous au N. et au S. du ravin des Ramas au-dessous du plateau du même nom, ce qui indique déjà un affaissement général. En confirmation de ce fait, je puis signaler d'abord l'épaisseur tout à fait anormale qu'il faudrait supposer à l'Argovient si l'on voulait attribuer à une même série normale l'Argovien du bord du plateau et celui de la base de la paroi séquanienne, ensuite le fait que la paroi bajocienne-bathonienne qui supporte le plateau de Ramas comporte de nombreuses fractures entre lesquelles les couches sont desendues par compartiments.

Sur la surface même du Plateau de Ramas se sont arrêtés de nombreux éboulements de Séquanien, qui varient beaucoup au point de vue de leur masse et du morcellement de leurs matériaux et qui dans certains cas montrent encore des bancs, relativement peu morcelés et plongeant vers le SE., presque parallèlement à la plongée normale des couches. Ces descentes du Séquanien sont évidemment en relation avec la fissuration de l'Arête de la Roche que j'ai décrite plus haut; ils donnent à toute la surface du plateau des formes très accidentées. La principale des masses éboulées se trouve à l'W. du chalet de Ramas. En résumé, on peut

considérer comme descendues vers la vallée toutes les couches du Bajocien à l'Argovien qui supportent le haut plateau de Ramas.

Ce mouvement n'est que le contre-coup d'un autre beaucoup plus important, ayant amené dans sa position actuelle le Dogger, qui forme plus bas, près du hameau de la Rivière, le *monticule des Hautes*. Il est certain que ce Dogger n'a fait d'abord qu'un avec celui de l'abrupt de Ramas, qui correspond ainsi à la véritable zone d'arrachement de l'éboulement principal.

Du ravin de Ramas les couches descendues du Dogger et de l'Argovien normaux se suivent facilement jusqu'à la coupure de l'*Avalanche des Hautes*, où elles montrent un maximum de dislocation, de morcellement et de déplacement (voir Pl. III). Dans le versant septentrional de la tranchée on peut voir le Bajocien et le Bathonien rompus par une série de fractures, dont chacune marque une étape dans le glissement général vers le vide.

Une fracture oblique qui affecte le Dogger, le Callovien, le Spongitien et l'Argovien a même provoqué le détachement d'un monticule semi-conique, nettement affaissé ; puis un peu plus en amont une seconde fracture reproduit le même phénomène et ces deux failles ont guidé le ruissellement de façon à provoquer le creusement de deux ravins. Tout l'ensemble de ces couches est non seulement morcelé, mais disloqué de façon que le plongement devient très irrégulier

Après une interruption de 150 m., correspondant au fond de la coupure des Hautes, le Dogger et l'Argovien réapparaissent sous une forme plus disloquée encore. Sur la surface très ravinée qui coupe les têtes

de couches, on constate d'une part de nombreuses dénivellations des assises, d'autre part de variations constantes de l'angle de plongement. On peut se convaincre aussi en cet endroit que d'un côté les affaissements ont guidé le ruissellement, et que d'autre part le ravinement a accentué le phénomène de tassement (voir. Pl. IV). Nous retrouvons donc aux Hautes avec plus d'ampleur le même phénomène constaté au plateau de Ramas et, ici encore nous devons considérer les affleurements disloqués de Dogger-Argovien comme représentant la zone de départ de l'éboulement principal. A partir des Hautes le phénomène d'écroulement subsiste, mais diminue d'intensité vers le S. et change un peu de forme en ce sens que, tandis qu'aux Hautes l'Argovien est encore compris dans la zone affaissée, il ne l'est bientôt plus vers le S. où l'on constate le passage de fractures de tassement d'abord dans le Bathonien puis dans le Bajocien seul. Le Bathonien et le Bajocien affleurent du reste toujours ici en une paroi, qui correspond à la zone de départ des masses éboulées des *Grands Champs* ; au pied de cette paroi le terrain est couvert par les éboulis du Séquanien.

A partir du ravin des Platières, la coupe du versant de l'Arête de la Roche se modifie par le fait que la voûte bathonienne se referme régulièrement pour s'appuyer au N. sur un jambage renversé de nouveau bien visible. A partir de là, les phénomènes de tassement sont réduits à peu de chose ; on constate pourtant dans la voûte bajocienne du ravin des Platières, au-dessous de la Rochette, des irrégularités dans le plongement que j'attribue à la même cause.

La surface d'arrachement du Séquanien entre Pralet et Plat de Fontaine.

Au S. des Platières, au niveau du chalet de la Lentillère, commence un amoncellement de débris Séquaniens qui, de là et sur une longueur de 1300 m., recouvrent le Bathonien et l'Argovien du jambage normal.

Ces amas éboulés sont manifestement partis d'un abrupt Séquanien, qui domine ces pentes et qui frappe d'abord par son état de dislocation avancée, ensuite par sa position basse ; si bien qu'on doit se demander si la zone de départ des éboulis n'est pas elle-même en position secondaire et notablement affaissée.

Au SE. du hameau de la Charbonnière, la paroi séquanienne, qui fournit sur une grande longueur les éboulis de pentes inférieures, est échancrée par une niche d'arrachement en forme de cirque, longue de 200 m., environ et qui intéresse non seulement le Séquanien, mais aussi l'Argovien et le Bathonien sous-jacents (voir Pl. V). Cette niche, comme celle des Hautes, est resserrée vers l'aval en une sorte de canal d'écoulement creusé dans la voûte bajocienne ; mais les flancs de ce couloir sont ici moins inclinés et accidentés ; ils donnent plutôt l'idée d'une ancienne vallée d'érosion ayant servi de chemin à l'éboulement parti de son bassin d'alimentation. La voûte bajocienne elle-même, qui est bordée à l'W, par un peu de Bathonien renversé et très disloqué, paraît être légèrement descendue sur la pente.

Dans la direction du S. à partir de cette niche on peut suivre dans la forêt la zone d'arrachement du Sé-

quanien jusqu'aux maisons du Plat de Fontaine, et à son pied on retrouve partout les mêmes amas de blocs éboulés,

Quant au Bathonien qui recouvrait plus bas la voûte bajocienne, il a été en grande partie entraîné dans l'éboulement et est venu s'amonceler en face et au S, de Chézery, tandis que dans le jambage renversé le Bathonien et l'Argovien se suivent régulièrement de la Combe Vernet à l'*Epeyrie* avec des épaisseurs, il est vrai, réduites par le laminage.

Au-dessus de l'Epeyrie, où la voûte du Dogger est encore bordée visiblement à l'W. par un jambage vertical ou légèrement renversé, formé d'Argovien et de lambeaux de Spongitien et de Callovien, cette voûte montre des signes manifestes de descente qui vont s'accentuer encore au-dessus des Ruines (voir Pl. VI). Ici le cœur bajocien est énergiquement disloqué, ses assises sont disjointes, plongent irrégulièrement et tendent actuellement encore à glisser au vide ; il est évident que tout cet ensemble s'est affaissé vers la vallée en se détachant de sa racine. Du reste, on peut suivre de là une fissure baillante, qui commence déjà au-dessus de l'Epeyrie dans le Bajocien normal et se continue obliquement en s'effilant jusqu'au-dessus des Granges où elle coupe le Bathonien normal. Au N. du couloir des Granges on peut la voir, montrant un écartement de ses deux lèvres de 3 à 4 m., et une profondeur de 8 à 10 m. On la suit encore sur une certaine longueur au S. de ce couloir et, au-dessous d'elle, on voit naître dans le Bajocien normal plusieurs fractures semblables, qui ont donné lieu à de véritables brèches longitudinales, agrandies par la désagrégation.

En outre, le jambage renversé a été détaché lui-même de la voûte bajocienne par une rupture du même genre, qui a contribué à culbuter les assises du Bathonien et de l'Argovien et a donné lieu entre celles-ci et le Bajocien à une combe longitudinale. Tous ces accidents s'atténuent dans la direction du S. où, du reste, la voûte médio-jurassique disparaît bientôt sous le grand éboulement des Replats.

Les masses éboulées.

Les éboulements qui recouvrent le fond molassique de la vallée de Chézery se répartissent en deux catégories. Les uns se rattachent à un seul et même mouvement de descente, qui date d'une époque relativement ancienne et que j'appellerai le grand éboulement de Chézery; les autres constituent des phénomènes isolés notablement plus récents.

Comme exemple typique de la première catégorie, il faut citer d'abord le *Monticule des Hautes*, (voir Fig. 4) qui s'élève brusquement au-dessus du hameau de la Rivière en un abrupt bajocien, se continue ensuite en pente douce dans la direction de l'E. jusqu'au pied de la paroi de Ramas, dont il est séparé par un vallon nettement accusé. Vers le N. ce monticule est limité par le torrent de Ramas, vers le S. il est bordé par la coupure de l'Avalanche des Hautes. C'est en remontant depuis la Rivière le torrent de Ramas que l'on peut se rendre le mieux compte de la constitution de ce monticule. D'abord au-dessus de la Rivière apparaît le Bajocien moyen et supérieur plongeant de 40° au SE. et formant un premier abrupt, découpé par quelques petites failles de tassement et passablement

disloqué, quoique disposé d'une façon générale comme une série normale. Ensuite vers le SE. vient une zone de Bathonien, qui couronne la crête de l'abrupt et affleure dans une échancrure du versant septentrional jusqu'à un éperon rocheux formé par le Bathonien supérieur en bancs plongeant de 45° au S-E.

Ces assises sont couvertes une par mince bande décomposée de Callovien, puis par des bancs de calcaire spongitien, plongeant toujours à peu près avec le même angle, et par des marno-calcaires argoviens profondément altérés et disloqués. Toute la région culminante (point 991) est constituée essentiellement par du Séquanien dont les bancs un peu morcelés apparaissent soit sur le versant S., soit sur le versant E. avec un plongement faible, du reste assez irrégulier (de 2° à 18°) au N-W. Le vallon qui sépare cet amoncellement de Séquanien de la paroi de Ramas est largement ouvert vers le N., tandis que vers le S. il a été comblé par l'éboulement postérieur de l'Avalanche des Hautes.

Nous voyons donc ici les têtes de couches du Dogger et du Malm qui ont été rompues et sont descendues en masse vers l'avant-pays, en ne subissant qu'un morcellement peu prononcé dans le Dogger, tandis que l'Argovien et le Séquanien ont été plus énergiquement disloqués et paraissent en partie mêlés. Ce contraste dans le morcellement du Dogger et du Malm, ainsi que la discordance très accusée entre le plongement du Séquanien et celui du Bajocien-Bathonien pourrait faire supposer l'existence de deux éboulements successifs ayant affecté, le premier le Dogger, le second l'Argovien et le Séquanien, mais le fait est loin d'être

prouvé et l'on pourrait tout aussi bien expliquer les différences précitées par l'intervention de la plasticité spéciale de l'Argovien et de l'hétérogénéité des assises séquaniennes.

Au NE. du Monticule des Hautes, entre les ravins de Ramas et de la Rivière, le Bajocien s'est avancé par éboulement depuis la paroi bajocienne qui supporte le chalet Flamand jusque vers le hameau de la Rivière formant une série de monticules irréguliers, dans lesquels les bancs conservés plongent dans des sens différent. Les éléments constituants sont ici, surtout le calcaire à polypiers et les calcaires à chailles; vers le SW. on rencontre quelques blocs de Bathonien et de Spongitien.

La paroi du Bajocien qui constitue vers la Rivière le front de l'éboulement se retrouve sous une forme analogue au nord du hameau du Rosset formant la partie frontale des *Grands Champs* (voir Fig. 5). Elle prend ici un aspect ruiniforme et se compose d'alternances de calcaire à polypiers et de calcaire à chailles. Au-dessus d'elle vient de nouveau ici une zone de Bathonien, dans laquelle les mouvements de tassement sont manifestes.

Plus haut la surface des Grands Champs n'est plus formée que par des débris éboulés de Séquanien, qui appartiennent en grande partie à des chutes subséquentes, échelonnées jusqu'à celle qui a donné lieu à l'avalanche des Hautes. Pourtant un gros paquet de Séquanien, très disloqué, qui apparaît à proximité de la combe bathonienne, sur le trajet même de l'avalanche, paraît, à cause de ses dimensions, avoir été mis en place par un mouvement lent, en même temps

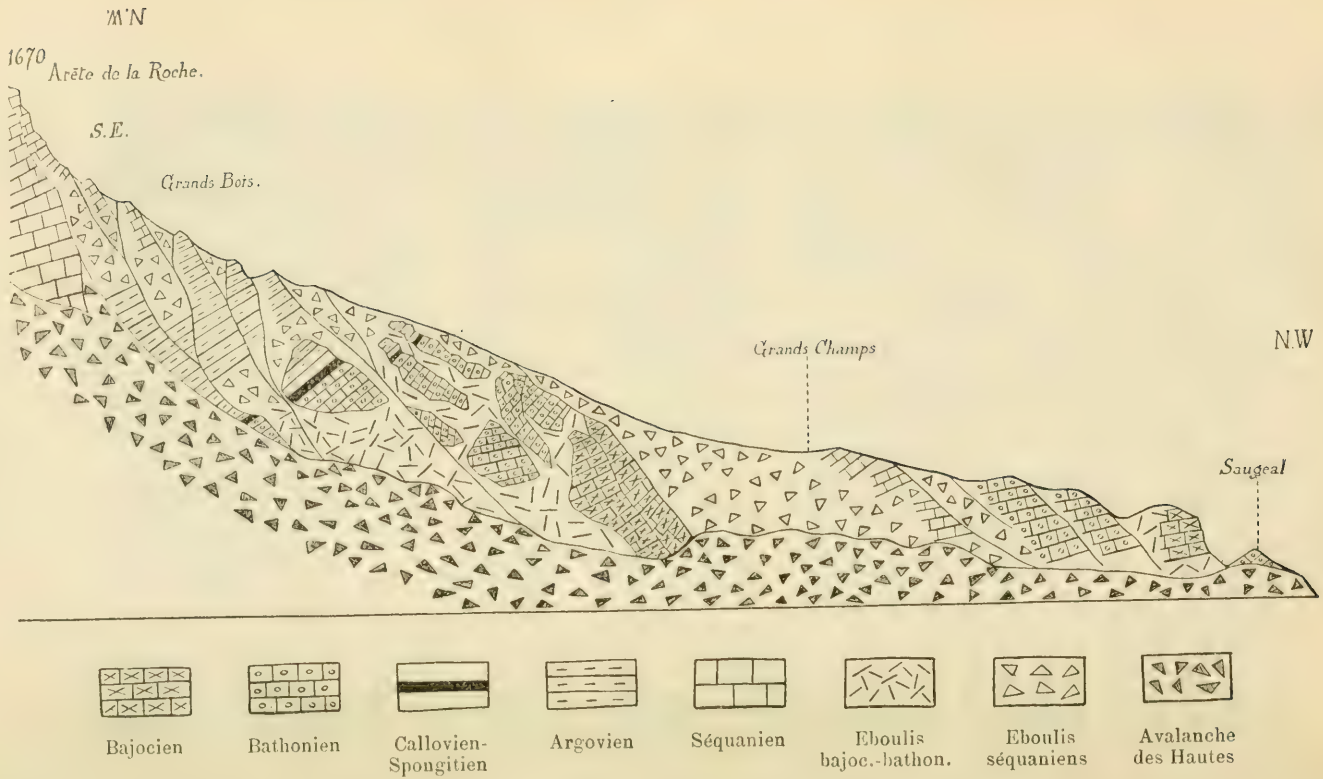


Fig. 5. — Eboulement de Grands Champs et l'Avalanche des Hautes.

que le Dogger du front de l'éboulement. Le plongement des couches dans le Bajocien et le Bathonien s'accentue, d'une façon générale, de bas en haut avec des irrégularités dues à des cassures.

Vers le nord la paroi bajocienne des Grands-Champs est brusquement interrompue par la combe de Saugeal, puis au delà de celle-ci se trouve un petit monticule formé de Bajocien à la base, de Bathonien au sommet, et qui occupe, relativement à la paroi des Grands Champs une position nettement avancée. Je vois dans ce monticule un fragment de l'éboulement principal qui a été ultérieurement détaché de celui-ci par l'avalanche des Hautes.

Au S. du hameau du *Rosset* l'allure de l'éboulement change brusquement ; le mur frontal du Bajocien n'existe plus, mais la surface du sol est accidentée de nombreux monticules de Bajocien désagrégé, qui recouvrent le jambage renversé et la Molasse et se continuent jusque près de la Fontaine-Bénite.

Jusqu'ici nous n'avons rencontré dans la masse éboulée que des amas de bancs se succédant dans l'ordre normal. Il n'en est plus de même dans la partie de l'éboulement qui subsiste près de l'*usine Grosffilley* au-dessus de la route de Lelex. Ici, malgré l'extension des cultures et grâce au chemin qui monte à Rosset, on peut voir d'abord, en bas, 8 m. environ de marno-calcaires argoviens, puis des bancs du Spongitien, du Callovien et au tournant du chemin du Bathonien, le tout en couches presque verticales et dirigés du nord au sud. Nous avons donc affaire ici à un fragment du jambage renversé entraîné par l'éboulement jusque près de la Valserine. De là l'Argovien se continue dans la direction de la maison dit la Rochette.

Entre *La Rochette* et *Chézery* on peut suivre un abrupt très accusé formé essentiellement par du Séquanien dans un état de morcellement très accusé. A Chézery même le chemin qui monte à la Charbonnière traverse cet abrupt et permet de voir le complexe de bancs séquaniens, broyés par places, alternativement schisteux et compactes, qui sont inclinés vers l'est d'abord de 75° à 70° vers le bas puis se rapprochent d'un plongement de 45° à 40°.

Dans le lit du ruisseau voisin on constate le passage du Séquanien relativement peu morcelé à un blocage formé par les mêmes calcaires mais intensément broyés. Puis, plus au NW., on peut se convaincre que ce blocage lui-même est recouvert par un amas de Bathonien, en partie conservé en gros bancs, qui constitue en particulier la colline de « *sur le Château* » et se continue jusqu'aux maisons de Champerou, donnant lieu constamment à un talus nettement accusé au-dessus de la grand'route.

La nouvelle route qui conduit de Chézery à l'Epeyrie est par place creusée dans cette zone bathonienne éboulée, vers le premier tournant de cette route en particulier on peut voir des bancs du Bathonien supérieur inclinés de l'W. à l'E. de 5°. Au S. de Chézery le talus frontal de l'éboulement est couvert d'herbe et ne peut être reconnu que par la présence de quelques blocs anguleux de Bathonien.

Entre cette zone d'éboulement bathonien et le jambage renversé du pli du Reculet que nous avons suivi au-dessus de la *Charbonnière* et de l'*Epeyrie* s'étend une série de monticules tronqués ou coniques, dont la hauteur peut atteindre une soixantaine de mètres et

qui sont constitués exclusivement par du Séquanien morcelé en blocs anguleux ou même en petits débris broyés. Les fragments de bancs calcaires sont mêlés à une masse argileuse formée par les zones schisteuses du même étage.

Vers le haut, au SE. du hameau de la Charbonnière, ces amas de Séquanien tendent à empiéter sur le jambage renversé et même sur la voûte de Dogger du pli du Reculet ; plus au S. par contre, au niveau des maisons Vernet, la masse éboulée est séparée du bas de l'abrupt formé par le jambage renversé par un vallon nettement accusé, la combe Vernet. Les deux monticules qui la délimitent sont séparés par un ravin de formation récente. Puis, de là, la surface de l'éboulement s'abaisse vers l'Epeyrie en un talus peu accidenté. Près de ce hameau, la nouvelle route a entamé encore des bancs éboulés de Séquanien, plongeant faiblement au NW., soit vers la vallée ; enfin au S. de l'Epeyrie l'éboulement cesse de façon à laisser apparaître la Molasse aux environs des Ruines et des Granges.

L'origine de ces amas de Séquanien que nous venons de décrire doit être recherché dans la zone d'arrachement existant entre le Chalet de la Lentillère et le Plat de Fontaine.

Une partie de ces matériaux éboulés appartient au grand éboulement de Chézery, mais la zone superficielle qui la recouvre est due certainement à des chutes subséquentes, qui se sont accumulées entre la voute médio jurassique et l'éboulement séquanien décrit, en donnant naissance aux formes onduleuses si caractéristiques des environs de la Charbonnière.

Les affleurements molassiques des *Ruines* et des

Granges ne marquent du reste pas la fin du grand éboulement de Chézery ; ils correspondent simplement à une fenêtre creusée dans sa masse. En effet l'éboulement reprend au S. des Granges, couvrant toutes les pentes qui descendent des Replats jusqu'à Grand-Essert et la Langarde.

Les Replats représentent une sorte de terasse longue d'environ 1 kilom. et formée de Malm éboulé, en fragments ou en bancs assez étendus, qui s'appuyent sur le Bathonien normal du pli. Cette terrasse est limitée du côté de la vallée par un abrupt assez élevé, qui la relie aux pentes faiblement accidentées descendant vers le Grand-Essert.

Tandis que vers le NE. cette terrasse est constituée essentiellement par du Séquanien qui plonge l'W. à l'E. de 40°, elle comporte plus au S. au-dessus du *Charbon* de nombreux éléments du Portlandien et du Kimmeridgien. Le Portlandien en particulier forme un immense bloc dont les bancs plongent fortement de l'W. au l'E.

Plus bas, entre Champerou, Grand-Essert et la Langarde, le sol est couvert par un blocage de Séquanien, de Kimmeridgien et de Portlandien, donnant lieu à des petits monticules irréguliers et dérivant évidemment du même grand éboulement.

Nous avons déjà vu que le grand éboulement de Chézery a été suivi par de nombreuses chutes subséquentes, en général peu considérables individuellement, mais dont l'effet final est devenu important au moins par places par leur répétition multipliée. Parmi les dépôts dus à ce genre d'éboulement, il faut citer d'abord une partie des matériaux séquaniens entassés

entre la zone frontale de l'éboulement principal et le pied des roches en place, ensuite les masses éboulées souvent abondantes qui couvrent le replat de Bathonien-Argovien de la série normale, au-dessus de la Charbonnière, dans le haut des Grands-Champs, au Plateau de Ramas et au Grand-Bois. Mais le plus important de tous les éboulements est celui qui est connu dans la région sous le nom d'*Avalanche des Hautes* et qui date d'une époque difficile à préciser exactement, mais en tout cas historique et peu reculée.

Avalanche des Hautes

Vue depuis le versant oriental du Crêt de Châlame, l'*Avalanche des Hautes* se présente comme une puissante coulée de blocs, qui commence au pied de l'Arête de la Roche, coupe la voûte bajocienne-bathonienne sur laquelle elle déborde au N. et au S., puis s'étale en éventail en recouvrant les monticules de Bajocien-Bathonien, que nous venons de décrire, entre la Rivière et la Fontaine-Bénite et arrive finalement jusque contre le versant opposé de la vallée, où elle a barré momentanément la Valserine. L'on retrouve les restes de cette Avalanche sur le versant du Crêt de Châlame jusqu'à 80 m. environ au-dessus du niveau actuel de la rivière (voir Fig. 5 et les Planches II, III et IV.

La niche d'arrachement que nous avons décrite plus haut est particulièrement nette, prenant la forme d'un demi-entonnoir creusé dans la série normale depuis le Bathonien jusqu'au Séquanien de l'Arête de la Roche.

Son cône de débris laisse voir un amoncellement désordonné de blocs séquaniens, argoviens même cal-

loviens et bathoniens; sa masse a débordé en outre sur les Grands-Champs et sur les Hautes.

La cause propable de cet éboulement doit être l'érosion effectuée antérieurement par un torrent transversal, qui reculant sa source dans le Bathonien et l'Argovien, a miné le pied du Séquanien et en a déterminé la chute. La partie inférieure de la niche et le couloir qui, en descend seraient donc antérieurs à l'éboulement et auraient été simplement modifiés par celui-ci. Du reste il faut admettre que la chute principale a été suivie par de nombreuses autres moins importantes qui se continuent actuellement. Il faut admettre aussi un certain remaniement des matériaux éboulés par les eaux de ruissellement.

Conclusions.

Si l'on résume maintenant les principaux faits découlant de l'étude détaillée de la région de Chézery, on constate ce qui suit :

1° Le pli du Reculet, éventré au-dessus de Chézery dans son versant occidental jusqu'au cœur bajocien, montre une belle succession s'étendant du Bajocien au Portlandien que j'ai décrite en détail et dans laquelle j'ai reconnu plusieurs niveaux richement fossilifères.

Du côté N. ce pli s'appuie sur le synclinal molassique de la Valserine, formé de grès aquitaniens et de couches infracrétaciques jusque et y compris l'Aptien inférieur. Par la même occasion, j'ai étudié comparativement la série jurassique de l'anticlinal suivant, le Crêt de Châlame, qui commence avec le Toarcien.

2° Au point de vue tectonique, j'ai été amenée à

corriger de façon importante les levés des auteurs précédents, en élargissant beaucoup la zone synclinale de la Molasse de Chézery au dépens de l'anticlinal du Reculet. J'ai constaté, en effet, que ce qui était considéré comme le cœur de cet anticlinal était en réalité du matériel éboulé, tandis que le véritable noyau anticlinal de Dogger avec le jambage renversé qui le borde à l'W. passent beaucoup plus à l'E., à mi-distance à peu près entre la Valserine et la crête de la chaîne, sous l'Arête de la Roche.

J'ai d'autre part reconnu la Molasse aux Ruines, aux Granges et ailleurs, là où les cartes antérieures marquent le Dogger anticlinal. Du reste, si l'anticlinal du Reculet est ici beaucoup plus étroit qu'on ne l'a admis, il est fortement déjeté à l'W. et son jambage renversé atteint un maximum d'étirement ; non seulement le Crétacique, mais encore le Portlandien, le Kimmeridgien et le Séquanien y font pour ainsi dire complètement défaut ; l'Argovien et le Bathonien y sont considérablement réduits.

3° Ce qui a induit en erreur les auteurs antérieurs, c'est le fait que tous les environs de Chézery sont couverts par un grand éboulement sur une surface longue de sept kilomètres, large d'un kilomètre environ.

Dans la masse éboulée, grâce à la lenteur relative du mouvement, les bancs du Bajocien et du Bathonien ont souvent conservé une continuité remarquable et un plongement paraissant presque normal, quoique irrégulier ; ils forment ainsi de gros monticules qui semblent, à première vue, constitués par des roches en place, en particulier aux environs de la Rivière. Les étages supérieurs ont dans la règle subi un mor-

cellement beaucoup plus accusé, et dans les amoncellements de leurs débris, il est difficile de faire la part exacte de ce qui revient à l'éboulement proprement dit et de ce qui doit être attribué à des chutes ultérieures.

Dans le sens de la longueur de l'éboulement, c'est aux environs même de Chézery que le broyage et le morcellement des éléments ont été particulièrement intenses, ce qui s'explique par le fait que le mouvement a été ici le plus considérable.

Les véritables niches d'arrachement sont rares ici, par contre une longue zone d'arrachement est manifeste, coupant à angle droit la série normale de l'anticlinal, le cœur médio-jurassique et le jambage renversé. Cette zone comporte d'innombrables fractures, suivant lesquelles se sont produits de petits mouvements de descente et qui ont créé de nombreuses irrégularités dans les plongements. Il est à remarquer que les paquets ainsi descendus par rupture de couches sont dans la règle non pas culbutés au vide, mais au contraire inclinés au mur, leurs couches plongeant plus fortement à l'E. que les couches non disloquées. Les paquets, détachés des abrupts du Bajocien d'une part, du Séquanien de l'autre, sont descendus suivant une courbe concave sur des paliers formés dans un cas par la Molasse, dans l'autre par l'Argovien.

4° Le grand éboulement a été suivi par des chutes moins considérables, qui ont couvert les pentes d'amas de Séquanien, et parmi lesquelles la plus importante a donné lieu à ce qu'on appelle dans la région l'« Avalanche des Hautes », un éboulement certainement historique.

5° Quant à l'âge du grand éboulement de Chézery, les données que j'ai pu recueillir sont peu précises. Je puis pourtant remarquer l'absence de toute trace de moraine sur la surface des masses éboulées, ce qui fait supposer un âge postglaciaire.

6° Si on cherche à se rendre compte de la génèse de cet éboulement, on doit constater d'abord que celui-ci n'a évidemment pas contribué seul à entamer l'anticlinal du Reculet pour lui donner sa forme actuelle. Il est certain que la chaîne était déjà profondément érodée avant qu'il se produisît. La cause de cette érosion réside dans le fait du laminage particulièrement fort subi ici par le jambage renversé qui, ayant supprimé la carapace protectrice que constitue ailleurs le Malm, a permis soit à la Valserine, soit à ses affluents torrentiels, d'affouiller avec une efficacité toute spéciale, reculant la pente vers l'E. jusque dans le noyau médio-jurassique et créant dans le haut des pentes des abrupts argoviens et séquaniens. Dans ces conditions, il a suffi d'un tassement facile dans la Molasse de la vallée synclinale pour que les assises sus-jacentes du Jurassique manquassent de base, se disloquassent et finissent par s'écrouler en une énorme masse, dont les restes jonchent encore le fond de la vallée.

7° Il est évident que l'éboulement que j'ai étudié a provoqué une perturbation du cours de la Valserine et l'on peut admettre comme probable que c'est à cette époque que le cours d'eau, rejeté contre le versant N. de la vallée, a abandonné localement le synclinal molassique pour se creuser un tronçon épigénètique isoclinal dans la zone des marnes d'Hauterive à l'W. des Rochers des Hirondelles. La Valserine, en aval des

Rochers des Hirondelles, a maintenu son lit, mais est restée constamment acculée contre le bord occidental de la vallée, enfonçant son lit suivant un plan oblique, au contact de l'Urgonien plongeant à l'E. du versant du Crêt de Châlame avec les masses éboulées qui le couvraient. Elle a dû ainsi enlever une quantité considérable de ces masses et ce que nous avons appelé le talus frontal de l'éboulement ne doit pas être pris dans un sens absolu ; il représente une limite créée par l'érosion. De même, les nombreux torrents à forte pente qui, avec un débit très variable, descendent de l'Arête de la Roche vers la vallée, ont morcelé la masse de l'éboulement en tronçons plus ou moins détachés, celui des Hautes, celui des Grands-Champs, celui des environs de Chézery, celui des Replats; ils ont par places découvert la Molasse, ainsi le ruisseau de Platières, au-dessus de l'usine Grosffilley, et les ruisseaux des Ruines et des Granges.

Cette érosion torrentielle a ramené actuellement la Valserine sensiblement au même niveau qu'elle occupait avant l'éboulement. Déjà antérieurement à celui-ci, la vallée était donc creusée à peu près aussi profondément qu'elle l'est aujourd'hui, elle devait déjà alors couper obliquement l'anticlinal du Crêt de Châlame en aval du Grand Essert et il ne peut être question d'attribuer à l'éboulement l'expulsion de la Valserine du synclinal molassique. Cette déviation du cours d'eau est plus ancienne et due probablement à une capture par érosion régressive.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIETE DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 2 juin 1910

E. Briner. Nouvelles recherches sur l'action chimique des pressions élevées. — R. de Saussure. Sur les corps solides opposés. — Th. Tommasina. Correction d'une erreur d'interprétation de la répulsion solaire de la queue des comètes et ses conséquences.

M. le Dr E. Briner communique le résultat de nouvelles recherches, effectuées en collaboration avec M. le Dr A. Wroczynski, sur l'action chimique des pressions élevées. D'essais complémentaires, il résulte que la décomposition de l'oxyde d'azote, en anhydride nitreux et azote, est bien due à l'action d'une pression suffisamment élevée, car, aux pressions modérées, ce gaz, même en présence de mercure ou d'eau, ne présente pas de trace de décomposition, après plusieurs mois.

Le protoxyde d'azote est beaucoup plus stable à l'égard des pressions élevées que l'oxyde d'azote : il ne subit pas de décomposition appréciable lorsqu'on le soumet pendant plusieurs heures à des pressions voisines de 600 atm., tout en le maintenant à une température de 400° environ.

Les mélanges d'azote et d'hydrogène, comprimés pendant plusieurs heures à 900 atm., à la température ordinaire, n'ont pas non plus présenté de contraction indiquant la formation d'ammoniac.

Par contre, l'oxyde de carbone, considéré jusqu'à présent comme stable jusqu'à la température du rouge, a été décomposé vers 300° par une pression de 600 atm. environ.

Ces résultats montrent que l'action chimique d'une pression élevée est plus ou moins efficace suivant le système gazeux comprimé. Si l'édifice moléculaire est très stable, il faudra avoir recours, pour obtenir une transformation chimique, à une élévation de température capable de désagréger la molécule.

M. René de Saussure. *Sur les corps solides opposés.* — L'ensemble de toutes les positions A que peut prendre un corps solide dans l'espace constitue une multiplicité; toute série continue de positions A constitue dans cette multiplicité une *forme géométrique* dont A est l'élément spatial primitif.

L'auteur a montré[1] qu'il existe une profonde analogie entre les systèmes de corps solides et les systèmes de droites. Pour mettre en évidence cette analogie, il a introduit la notion des *corps solides réciproques :* deux positions A et A' d'un corps solide sont dites réciproques lorsque l'on peut passer de la première à la seconde *par une simple rotation.*

L'auteur se propose maintenant de compléter le parallélisme entre les systèmes de droites et les systèmes de corps solides, en introduisant la notion des *corps solides opposés : deux positions A et A' d'un corps solide sont « opposées » lorsque la rotation du mouvement hélicoïdal permettant de passer de A à A' est égale à π* (la translation étant d'ailleurs quelconque).

Les corps solides opposés correspondent aux droites perpendiculaires en géométrie réglée. En effet, dans cette dernière géométrie, les droites ne possèdent pas de sens, il suffit donc d'une rotation de 180° pour ramener une droite en coïncidence avec elle-même, tandis qu'il faut une rotation de 360° pour ramener un corps solide en coïncidence avec lui-même. Un angle θ en géométrie réglée correspond donc à un angle 2θ pour les systèmes de corps

[1] Voir mon exposé résumé de la *Géométrie des Feuillets* dans les *Mémoires de la Société de physique de Genève*, vol. 36, fasc. 2.

solides, en particulier l'angle $\pi/2$ dans la première géométrie, correspond à l'angle π dans la seconde. A tout système de droites défini relativement à une droite fixe par une équation de la forme :

$$f(h, \theta) = 0$$

correspondra un système de corps solides défini relativement à un corps fixe, par l'équation :

$$f(h, \theta/2) = 0$$

Telle est la raison pour laquelle, dans les formules de composition des rotations, ce n'est pas l'angle, mais le demi-angle de rotation qui entre toujours en jeu.

En résumé, pour passer de la géométrie réglée à celle des systèmes de corps solides, il suffit de remplacer :

1° les droites qui se coupent par des corps solides réciproques ;

2° les droites parallèles par des corps solides parallèles ;

3° les droites perpendiculaires par des corps solides opposés (ou plus généralement l'angle θ par 2θ). On aura soin seulement de tenir compte des modifications dues au fait que la position d'une droite ne dépend que de quatre paramètres, tandis que celle d'un corps solide dépend de six paramètres arbitraires.

M. Th. Tommasina. — *Correction d'une erreur d'interprétation de la répulsion solaire de la queue des comètes et ses conséquences.* — Trente-sixième Note *sur la physique de la gravitation universelle.*

M. Pierre Lebedew, dès qu'il eut constaté la pression exercée par la lumière, donna l'explication de la répulsion par le rayonnement solaire de la queue des comètes, explication qui fut acceptée et reproduite par tous ceux qui ont traité depuis ce sujet d'astro-physique. Or, il y a là une erreur qui est passée inaperçue, qu'il est nécessaire de corriger parce que son élimination permet d'expliquer autrement, soit la répulsion, soit la nature physique de la queue des comètes, qui serait identique aux rayons catho-

diques. Ce qui se trouve en parfait accord et confirme l'hypothèse appliquée par Arrhenius depuis 1902, mais présentée par Goldstein dès 1881, étudiée par Paulsen en 1894, par Birkeland en 1896 et par Deslandres, en même temps que ce dernier, mais en suivant une autre voie, car il y fut conduit par l'étude du soleil en lui supposant une émission cathodique par les couches supérieures de la chromosphère dans le but d'expliquer les phénomènes de la couronne solaire.

Le problème étudié par Lebedew présentait la difficulté suivante : Comment se fait-il que la pression du rayonnement solaire agit davantage sur la queue que sur la chevelure et ne diminue pas la vitesse de marche du noyau? Car cette vitesse devient, au contraire, de plus en plus grande au fur et à mesure du rapprochement de l'astre au Soleil, bien que la pression de radiation augmente-t-elle aussi d'après la même loi. Or, cette pression agit certainement : d'après ma théorie, c'est elle qui empêche que les comètes, à leur périhélie, puissent atteindre le Soleil et y disparaître. Le fait incompréhensible est donc qu'une partie de la substance matérielle de la comète soit repoussée en sens opposé pendant que le reste accélère sa marche vers le Soleil. M. Lebedew ayant reconnu que la pression est proportionnelle à la surface, donc qu'elle agit comme la deuxième puissance des dimensions, tandis que la force gravitante agit comme les masses, donc comme la troisième puissance, il en conclut qu'il suffit d'attribuer, aux grains de poussière cosmique constituant la queue, des dimensions suffisamment petites pour avoir une action du rayonnement dépassant la force newtonienne, et de supposer des dimensions plus grandes à ceux du noyau et de la chevelure pour donner raison de l'anomalie apparente du phénomène.

Or, cette explication acceptée et devenue courante, est erronée, autant géométriquement que physiquement. La géométrie nous dit que *le rapport entre les surfaces ou les sections identiques de corps semblables, quelles que soient leurs dimensions individuelles, est une constante absolue,*

étant le rapport entre le carré et le cube non pas des chiffres successifs depuis un jusqu'à l'infini, mais d'une longueur quelconque prise comme unité, donc de l'unité. Pour changer le rapport entre la face du cube et son volume, ou le rapport entre la section d'une sphère passant par son centre et son volume, il faudrait les déformer. Il faut donc faire abstraction des dimensions et conclure que si la pression de radiation n'agit que superficiellement, elle sera toujours inférieure à la force de gravitation qui agit sur toute la masse.

La démonstration physique confirme cette explication géométrique. En effet, la force newtonienne agit directement sur chaque unité de masse, et comme ces unités sont infiniment plus petites que les grains de poussière cosmique, il en résulte que l'explication donnée sur le renversement de l'effet des deux actions opposées du soleil est inadmissible. Ma théorie de la gravitation, qui n'admet aucune force attractive, mais exclusivement des pressions de radiation, considère, dans ce cas, les les deux actions opposées comme de nature identique, physiquement et mécaniquement, et n'admet donc, non plus, l'action purement superficielle de la pression de radiation. Les radiations étant toujours complexes par les longueurs d'onde, le sont aussi par leur pénétration, de façon que *la pression gravitante est celle qui s'exerce sur chaque unité de masse, et est en dernière analyse une succession d'un nombre très grand de chocs simultanés de points matériels entre eux.*

Nous voyons donc qu'il n'y a, du problème traité ici, qu'une seule solution physico-mécanique, et cette solution consiste dans l'admission forcée de l'hypothèse que la queue des comètes n'est pas une répulsion de particules pondérables par le rayonnement solaire, mais un rayonnement cathodique émis par le noyau, c'est-à-dire qu'elle est constituée de corpuscules β, qui sont des masses électromagnétiques non pondérables et qui sont, comme l'on sait, déviables soit par des champs électrostatiques, soit par des champs magnétiques.

Il est permis de conclure que la queue des comètes n'est en réalité qu'un faisceau de rayons cathodiques dirigé par et suivant les lignes de force du champ électromagnétique solaire. Ces rayons, émis par le noyau cathode, peuvent par leur répulsion transversale s'étendre en éventail, et selon les phénomènes de rotation ou autre, qui se passent dans le noyau ou dans le champ magnétique solaire, peuvent se séparer en plusieurs faisceaux ou prendre des contorsions solénoïdales, comme l'ont montré certaines photographies de la comète de Morehouse. Quant à leur luminosité, elle est due aux gaz très raréfiés qu'ils transportent, comme cela a lieu dans les tubes de Crookes.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 2 février 1910

Amann. Asphyxie foudroyante par des vapeurs de benzine. — Paul-L. Mercanton. L'enneigement en 1908. — Bührer. Anomalies de la température en 1909. — Perriraz. Etude morphologique de la feuille de *Solanum dalcamara*. — Ch. Meylan. Myxomycétes du Jura. — Particularités d'une observation du rayon vert. — F.-A. Forel. Apparition extraordinaire d'eaux troubles dans la rade de Genève. — H. Dufour. Observations actinométriques de 1909. Clarens et Lausanne. — B. Galli-Valerio et Bornand. Contrôle du miel par le procédé biologique.

M. Amann rend compte des études physico-chimiques qu'il a faites sur le sang d'un peintre atteint d'*asphyxie foudroyante par des vapeurs de benzine.*

M. Paul-L. Mercanton. — *L'enneigement en 1908* a été marqué par un déficit sensible des précipitations pendant l'hiver 1907-1908, avec une apparition tardive des neiges du printemps et celle inattendue d'un maximum secondaire en septembre. L'année 1909 marque un retour aux conditions ordinaires pour le printemps. Sur la route du Grand Saint-Bernard, la couche neigeuse a disparu un mois plus tôt que l'année précédente, et, pendant l'hiver, son épaisseur avait excédé quelque peu celle de la couche de 1907.

Le nivomètre d'Ornex n'a pu être contrôlé au premier printemps, mais il n'indiquait pour fin juin qu'un enneigement bien moindre qu'en 1908 (N° 4,5 au lieu de N° 8).

En revanche, cet écart semble s'être maintenu jusqu'en automne, à l'exception d'un léger maximum secondaire à fin juillet.

Le nivomètre des Diablerets, enfoui au printemps comme l'année précédente, s'est moins dégagé qu'en 1908 (N° 75 contre 72 à fin septembre).

Le nivomètre de l'Eiger accuse, lui, une diminution notable du maximum printanier, qui a pu être noté pour la première fois. Il accuse également de fortes variations estivales, correspondant aux fréquentes chutes de neige qui ont caractérisé l'année 1909, dans les régions élevées. (A noter que, du 13 au 14 août, un coup de fœhn a fait baisser, par tassement probablement, le placage de neige de 11,5 mètres, à la paroi nivométrique.)

Les indications fournies par les touristes sur l'état des hautes régions pendant l'été 1909 concordent avec les observations nivométriques; il y a eu réenneigements fréquents des hauts sommets, presque inabordables, et beaucoup de hauts névés n'ont pas été découverts jusqu'à la neige ancienne de 1908.

Enfin, l'automne a été marqué par des chutes de neige qui ont recouvert les névés, dès septembre, d'une couche de neige définitive.

L'enneigement paraît donc avoir été progressif dans les hautes régions, surtout par défaut de chaleur estivale plus que par renforcement de l'enneigement hibernal.

Le détail des observations paraîtra, comme d'usage, dans l'*Annuaire du Club alpin suisse.*

M. Forel présente la note suivante de M. Bührer: *Anomalies de la température en 1909.* Dans le dernier numéro de la *Meteorol. Zeitschrift*, M. Maurer, directeur du Bureau météorologique suisse, relève le fait qu'à Zurich la première décade d'octobre a été de quelques dixièmes de degrés plus chaude que la première moitié de juillet. M. Hann ajoute que dans les Alpes autrichiennes, la différence de la température de ces deux périodes est très faible, mais elle est en faveur de juillet.

A Clarens, les mois de juin et juillet ont été trop froids :
Juin 1909, T. 16°.9. Moyenne de 25 années, 17°.2.
Juillet 1909, T. 18°.0. » » 19°.4.
Première moitié de juillet 1909 : 14°.2.
Première décade d'octobre 1909 : 14°.1.

La période de juillet, indiquée par M. Maurer comme la plus froide, a été donc de un dixième plus chaude.

Voici encore quelques dates curieuses à relever :

Température maximale à Clarens. — Le 12 juin, 11°.1 ; le 11 juillet, 11°.4 ; le 3 décembre, 14°.6 ; le 23 décembre, 18°.1 ; le 24 décembre, 11°.9.

Température moyenne à Clarens. — Le 30 juin, 10°. 9 ; les 12 et 13 juin, 10°.25 ; les 22 et 23 décembre, 11°.0.

Le maximum absolu de l'année 1909 a été de 27°.9, noté le 23 juillet.

Il y a eu en 1909, à Clarens : 154 jours de pluie (tous les jours sont comptés). 1041.3 mm. hauteur d'eau.

Moyenne de 30 années : 122 jours et 1050.5 mm.

Relevé : 13.8 mm. tombés le 18 janvier 1910 ; 20.0 mm. le 19 janvier ; 29.4 mm. le 20 janvier.

Décembre 1909 a fourni une hauteur d'eau de 150.1 mm. en 20 jours, contre 69.3 mm. en 8.6 jours, moyenne de 30 années.

M. Perriraz présente une étude morphologique de la feuille de *Solanum dalcamara*.

Le secrétaire présente un travail de M. Ch. Meylan sur les *Myxomycètes du Jura*. Ce travail, qui paraîtra dans le Bulletin, comprend, outre l'indication, pour le Jura, de nombreuses stations d'espèces rares, la description d'un genre nouveau : *Lamprodermopsis*, et de trois espèces nouvelles : *Lamproderma atrosporum*. *Lamprodermopsis nivatis*, *Hemitrichia helvetica*, sans parler de variétés nouvelles.

M. Ch. Meylan signale, en outre, les particularités d'une observation du *rayon vert* :

« La semaine dernière, étant au Cochet (Chasseron), au

moment du coucher du soleil, j'ai vu un phénomène très curieux en relation directe avec le fameux rayon vert. Le brouillard montait de 1100 à 1300 m., suivant les courants. Au moment où le soleil allait commencer à disparaître derrière l'horizon, la bande comprise entre le soleil à l'horizon et le brouillard présentait une teinte verte-émeraude splendide en forme de cône.

Il y a deux mois environ, j'ai vu le phénomène se produire en sens inverse (j'étais placé, ce jour-là, différemment, soit plus bas que le point de l'horizon où le soleil se couchait), c'est-à-dire que le vert était au-dessus du soleil. Tout cela semble prouver que la teinte verte provient de la décomposition de la lumière solaire passant dans des brumes ou des couches de densité différentes et fortement chargées de vapeur d'eau.

Le vert proviendrait-il peut-être de la combinaison du jaune et du bleu? La teinte bleue se manifeste fréquemment dans les ombres à ce moment. »

M. F.-A. Forel étudie l'*apparition extraordinaire d'eaux troubles dans la rade de Genève*, à la suite des grandes pluies des 18-20 janvier. Pendant les journées d'inondation, le vent du Sud-Ouest a régné sans interruption, et, ordinairement, par le vent, les eaux du lac sont parfaitement limpides à Genève, les vagues y étant d'intensité nulle.

Cette opalescence des eaux doit être attribuée aux affluents du Petit-Lac, le Vengeron, la Versoie, l'Hermance, qui charrient une quantité énorme d'eau trouble. Ces eaux, en entrant dans le lac, y formaient une « bataillère » analogue à celle du Rhône d'été. Quelques bouillons, attaqués par les vagues, salissaient les eaux de surface, qui étaient entraînées du côté de Nyon par le courant de surface causé par le vent du Sud; ces eaux troubles de surface ne pouvaient donc pas venir à Genève. En revanche, la plus grande partie de l'eau des affluents, allourdie par l'alluvion minérale, descendait au fond des « fosses » du Petit-Lac, fosse de Bellevue (50 m.,), fosse

de Chevran (70 m.) : puis cette eau sale était prise par le courant de retour, courant profond, marchant en sens opposé à celui du courant superficiel, opposé par conséquent à la direction du vent régnant, et était amenée dans la direction du Sud jusque dans le port de Genève.

C'est le même phénomène, mais en sens inverse, que nous reconnaissons dans le Grand-Lac, en temps de bise, quand nous voyons devant Ouchy et Morges une bande d'eau opalescente, qui, à distance, paraît d'un bleu-verdâtre très délicat, s'étendre le long de la rive jusqu'à un ou deux kilomètres de largeur, bordant l'eau propre au large d'un bleu d'outre-mer intense. L'eau littorale opaline est l'eau des grands fonds du lac, salie par les « troublons du Rhône », qui est ramenée à la surface par le courant de retour du vent du Nord-Est. (Cf. F.-A. Forel *Le Léman*, II, 280 et 606.)

M. H. Dufour. — *Observations actinométriques de 1909. Clarens et Lausanne.* — Les observations ont été faites, à Clarens, avec l'actinomètre de Crova, appartenant à M. Bührer; à Lausanne, avec un actinomètre à compensation de M. Knut Angström. Toutes les mesures ont été rapportées aux indications de ce dernier instrument. Le nombre des journées d'observations a été de 48 à Clarens et de 15 à Lausanne.

La mesure de l'intensité du rayonnement solaire a été faite entre 11 h. 30 et 1 h. 30, heure de l'Europe centrale; la moyenne générale de toutes les journées d'observations (63) donne 1 cal. 273 c. g. s. par minute et par centimètre carré, on constate à Clarens deux maxima, l'un en mars, 1 cal. 361, l'autre en juillet, 1 cal. 368. Les minima sont en janvier 1.039 et en décembre 1.211. Le maximum absolu de la série est 1 cal. 584, observé le 23 juillet à Clarens. Le chiffre moyen de l'année 1909, 1.273, est un peu plus élevé que celui de 1908, qui était de 1.20 ; il est un peu inférieur à celui de 1905, qui était 1.28.

A propos de ces observations actinométriques, nous rappelons que, comme les observations spectroscopiques,

elles nous renseignent sur l'intensité des radiations envoyées par le soleil après qu'elles ont traversé : 1° l'espace interplanétaire compris entre le soleil et la terre, et 2° l'atmosphère terrestre; les variations observées d'après les moyennes annuelles peuvent donc provenir d'une variation réelle dans l'émission des radiations par l'astre central ou d'une variation dans la transparence des milieux traversés. Nous avons déjà signalé en 1903 une modification dans la transpareuce de l'atmosphère terrestre produite à cette époque à la suite de l'éruption du volcan de la Montagne Pelée. à la Martinique, en 1902; cette diminution de transparence a duré près de deux ans. On peut se demander. nous semble-t il, si le passage près du soleil, entre l'orbite terrestre et le soleil, de comètes importantes ne serait pas de nature à modifier passagèrement l'espace interplanétaire. On sait que, quelque faibles que soient leurs masses, les queues des comètes réfléchissent un peu de lumière solaire, ce qui indique dans leurs constituants des éléments solides ou liquides de très petites dimensions. et, d'après ce que l'on sait de la pression de la lumière, il serait possible (idées de Lebedew et de Bartoli) que l'orientation de cette queue soit due à la pression lumineuse émanant de l'astre central, il en résulte que les particules constitutives de la queue des comètes doivent se diffuser dans l'espace autour du soleil et produire une modification passagère de la transparence actinique de cet espace. Nous savons combien est faible la masse des queues des comètes, puisqu'elles permettent la perception d'étoiles au travers de leur étendue; mais la transparence, pour la vision, de l'atmosphère terrestre n'avait pas non plus été modifiée d'une manière sensible par les poussières dues aux éruptions de 1902, ce n'est que par des observations délicates que les astronomes se sont aperçus d'une diminution de la transparence de l'atmosphère, et, pourtant, l'ensemble des mesures actinométriques et spectrophotométriques ont permis de constater nettement un accroissement de l'opacité atmosphérique.

Il nous semble donc qu'il y a lieu d'attirer l'attention des savants faisant des observations actinométriques ou spectrophotométriques sur l'intérêt que peuvent présenter ces mesures pendant et après le passage près du soleil de comètes importantes.

MM. B. Galli-Valerio et M. Bornand exposent, sous forme de résumé, le résultat de quelques recherches sur le contrôle du miel par le procédé biologique. Ils font circuler quelques éprouvettes, qui montrent la formation d'un précipité dans les mélanges de miel et de sérum précipitant, tandis que ce précipité manque complètement dans les mélanges de mélasse et de sérum précipitant.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

A. Righi. Recherches sur les rayons magnétiques. *Radium*, t. VII, Mars 1910.

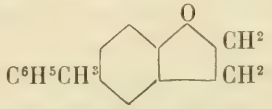
Ce mémoire est le résumé des travaux de l'auteur présentés en partie à différentes sociétés. *Bull. Soc. Franç. de Physique*, 1er fasc. 1908. *Mém. Acad.* Bologne, 17 juin 1908; 17 janvier 1909; 14 nov. 1909. *C. R. Acad.*, Lincei, 5 juin 1909; 20 juin 1909. C. R. Acad., Bologne, 16 janvier 1910. Nous rappelons que les *Archives* ont publié un important résumé de ces recherches par l'auteur dans le fascicule d'avril 1909 (t. XXVII, p. 333-351, avec figures dans le texte et planche). En poursuivant ses expériences, pour établir son interprétation théorique, dans un champ qui ne sera pas de sitôt épuisé, l'auteur continue à enrichir la physique expérimentale de nouveaux dispositifs et de nouveaux faits d'observation. Th. T.

CHIMIE

Analyse des travaux de chimie faits en Suisse.

Ch. Markschalk. Sur la p-benzylcoumarane. (*Ber. d. D. chem. Ges.*, t. 42, p. 4485 à 4487; Institut médico-chimique de l'Université de Berne. Déc. 1909).

La *p-benzylcoumarane*, très probablement :



se forme par réduction de la benzoylcoumarane[1] avec du sodium en solution alcoolique : elle passe à la distillation avec la vapeur d'eau sous forme d'une huile qui se

[1] *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 1908, t. 26, p. 94.

concrète et qui cristallise dans l'alcool pour fondre à 61°. L'acide sulfurique concentré la dissout en jaune, passant au vert avec Fe^2Cl^6. La benzoylcoumarane étant difficile à isoler complètement pure du produit de la réaction de Al^2Cl^6 sur le mélange de chlorure de benzoyle et de coumarane en solution dans le sulfure de carbone, on peut se contenter d'une première purification et opérer avec le produit tel quel.

Fr. Fichter et H.-P. Labhardt. — Scission de l'acide crotonique par l'ammoniaque a chaud. (*Ber. d. D. Chem. Ges.*, 1909, t. 42, p. 4714 ; Bâle. — Laboratoire I de l'Université.

En chauffant huit heures en tube scellé à 225-230° l'acide crotonique avec du chlorure de calcium ammoniacal, on obtient la *méthyl-2-éthyl-3-pyridine*, qui distille avec la vapeur d'eau et bout à 174-176°-*Picrate* F. 164°. Il y a dans ce cas rupture à la double liaison, formation d'aldéhyde acétique et d'acide acétique, puis condensation de l'aldéhyde avec l'ammoniaque. Ce qui le prouve c'est que A. Kiefer en traitant de même l'acide diméthylacrylique a obtenu la *triméthylpyridine symétrique*.

Ch. Markschalk. — Sur le calcium métallique et l'alcool absolu comme réducteur. *Berichte der D. Chem. Ges.*, 1910, t. 43, p. 641-642 ; Berne. (Institut médico-chimique de l'Université.)

L'alcool absolu et le calcium métallique ne réagissent pas comme moyen de réduction d'une manière aussi énergique que le sodium et l'alcool, mais plutôt comme l'amalgame de sodium.

La benzophénone est facilement réduite en benzhydrol en la faisant bouillir avec 3 parties de calcium et 13 parties d'alcool absolu ; le dégagement d'hydrogène est d'abord faible et régulier, puis après une heure environ il devient si violent qu'il faut cesser de chauffer et même refroidir ; cette méthode de réduction sera essayée avec d'autres cétones aromatiques.

A. Bistrzycki et M. Fellmann. — Elimination d'oxyde de carbone des aldéhydes. *Ber. d. Deutsch. Chem. Ges.*, t. 43, p. 772 à 776 (Laboratoire de Chimie I de l'Université de Fribourg).

Bistrzycki et ses collaborateurs étudiant l'action de H^2SO^4 conc. sur l'acide oxy-4-aldéhydo-3-triphénylacétique avaient remarqué qu'à 100° il se dégageait 1 mol. CO et qu'il se formait l'o-oxyaldéhyde du triphénylcarbinol et qu'en chauffant à une température plus élevée, 120-190°, il se dégageait de nouveau CO qui devait provenir du groupe aldéhydique. Il était donc intéressant de rechercher si les aldéhydes simples, chauffées avec H^2SO^4 conc., dégageaient CO et les recherches des auteurs ont porté sur les oxybenzaldéhydes isomères, sur les 3 aldéhydes toluyliques, sur l'acide phtalaldéhydique ainsi que sur l'oenanthol.

Tandis que l'aldéhyde benzoïque chauffée avec H^2SO^4 conc. dégage peu de CO, les aldéhydes correspondantes hydroxylées ou méthylées en position ortho et para en dégagent abondamment. L'hydroxyle et le méthyle substitués en meta ne favorisent pas l'élimination de CO ; la seule aldéhyde de la série grasse expérimentée jusqu'à présent, l'oenanthol ne fournit, dans les mêmes conditions que peu de CO et encore en subissant une profonde oxydation.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux de Chimie faits en Suisse

1910

Avril

938. Amann. Etudes ultramicroscopiques. Lausanne. — *J. suisse de chimie* **48**. 275.

939. Amann (J.). Ultramikroskopie der Jodlösungen. Lausanne. — *Zeitschr. Kolloide* **6**. 235.

940. Amzow (Pierre). Nouvel uréomètre. Lausanne. — *J. suisse de chimie* **48**. 221.

941. Berl (E.). Ueber Laboratoriumsapparate. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Chem.-Zeitung* **34**. 428.

942. Bistrzycki (A.) und Fellmann (Martin). Kohlenoxyd aus Aldehyden. Freiburg. I. Chem. Lab. der Univ. — *Berichte* **43**. 772.

943. Elsner (Hans Heinrich). Klinische und experimentelle Untersuchungen über die Ursachen von Intoxikationserscheinungen nach Atropinanwendung bei augenkranken Kindern. — *Zeitschr. Augenheilkunde* **22** und *Dissert.* Basel (Prof. Mellinger).

944. Gabathuler (A.). Aus dem Gebiete der Milchhygiene mit spezieller Berücksichtigung der Katalase-Probe zur Ermittelung kranker Milch. Davos. Lab. der allg. Kontroll-Molkerei. — *Milch-Zeitung* **39**. 193. 205.

945. Goppelsroeder (Friedrich). Ueber Kapillar- und Adsorptionsanalyse. Basel. — *Zeitschr. Kolloide* **4**. 23. 94. 191. 236; **5**. 52. 109. 159. 200. 250. 305; **6**. 42. 111. 174. 213. 268.

946. Greinacher (H.). Tabelle der radioaktiven Elemente. Zürich. — *Zeitschr. Elektroch.* **16**. 267.

947. Greinacher (H.). Die Apparate zur Bestimmung der Radiumemanation in Wässern. Zürich. — *Zeitschr. Balneologie* **3**. 44.

948. Grossmann (Constantin). Dosage du carbone libre dans quelques échantillons de produits volcaniques. Recherches d'hydrocarbures solides dans des laves et des cendres volcaniques. *Thèse.* Genève (Prof. Duparc).

949. Grün (Ad.) und Boedecker (E.). Ueber Komplexverbindungen von Glycolen. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Berichte* **43.** 1051.

950. Haytler (Abraham). Synthese des 2-Methyl-5-Methoxycumarons. *Dissert.* Bern (Prof. von Kostanecki).

951. Helbig (Demetrio). Ueber die synthetische Darstellung des Stickstofftrioxyds und die Eigenschaften dieses Körpers. Rom und Gampel. — *Zeitschr. Elektroch.* **16.** 205.

952. Jeanprêtre (J.). Rapport sur les bases d'appréciation des vins. Neuchâtel. — *Travaux ch. alim.* **1.** 19.

953. Lindemann (F.). Versuche über die Morphium-urethannarkose. Bern. Med.-chem. und pharm. Inst. der Univ. — *Zeitschr. exper. Pathol.* **7.** 725.

603 *ter.* Lund (R.). Ueber die Untersuchung des Bienenhonigs unter spezieller Berücksichtigung der stickstoffhaltigen Bestandteile. Bern. Lab. des schweiz. Gesundheitsamtes. — *Mitt. Lebensmittelunters.* **1.** 38.

954. Pelet-Jolivet (L.). Die Theorie des Färbeprozesses. (Dresden) Lausanne.

703 *bis.* Piccard (J. F.). Ueber Konstitution und Farbe der Chinonimide. *Dissert.* Zürich (Prof. Willstätter).

955. Pines (Emmanuel). Beiträge zur Kenntnis der Wechselstromelektrolyse. *Dissert.* Freiburg (Prof. von Kowalski).

921 *ter.* Reverdin (Frédéric). Action de l'acide sulfurique concentré sur quelques nitramines aromatiques. Genève. Lab. de ch. org. de l'Université. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **29.** 376.

956. Rupe (H.) Untersuchungen über den Einfluss der Konstitution auf das Drehungsvermögen optisch aktiver Substanzen. Basel. Univ.-Lab. — *Annalen* **373.** 121.

957. Schaffer. Ueber Vorbruchbutter. Bern. Lab. des schweiz. Gesundheitsamtes. — *Mitt. Lebensmittelunters.* **1.** 14.

958. Schaffer (F.) und Philippe (E.). Ueber die Untersuchung und Definition des Absinthliqueurs und seiner Imitationen. Bern. Lab. des schweiz. Gesundheitsamtes. — *Mitt. Lebensmittelunters.* **1.** 1.

959. Schmidlin (Julius). Triphenylmethyl, Triphenylacetaldehyd und Triphenylacetanhydrid. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **43.** 1137.

960. SCHMIDLIN (Julius) und ESCHER (Robert von). Symm. Dichlor-tetraphenyl-äthan. das Chlorid des α-Benzpinakolins. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **43.** 1153.

961. SCHMIDLIN (Julius) und MASSINI (Paul). Phosphormonopersäure und Ueberphosphorsäure. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **43.** 1162.

884 *bis*. SCHMIDLIN (Julius) und WOHL (Julius). Pentaphenyläthanol. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **43.** 1145.

962. SCHULZE (E.). Ueber das Vorkommen von Betain in den Knollen des Topinamburs. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **65.** 293.

963. TAMM (Walter). Elektrolytische Reduktion aromatischer Sulfochloride. *Dissert.* Basel (Prof. Fichter).

964. WARYNSKI (Thadée). Etude sur l'oxydation à l'air des solutions de sulfate ferreux en présence de sels mineraux. *Thèse.* Genève (Prof. Duparc).

965. WILLEN (L.). Ueber eine Titrationsmethode von HgO. Basel. — *Schweiz. Wochenschr.* **48.** 250.

966. WILLSTAETTER (Richard) und MAJIMA (Riko). Ueber die quantitative Bestimmung der Chinone. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **43.** 1171.

967. WILLSTAETTER (Richard) und WASER (Ernst). Zur Kenntnis der Cyclooctan-Reihe. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **43.** 1176.

968. YSSEL DE SCHEPPER (G. J.). Synthesen von Triphenyläthan-aus Diphenyläthanderivaten. *Dissert.* Freiburg (Prof. Bistrzycki).

Mai

969. ACKERMANN (Edwin). Antwort auf die Veröffentlichung von August Auzinger: Ueber Trockensubstanz der Milch und den Rechenautomaten nach Dr Ackermann. Genf. Kantonales Lab. — *Milch-Zeitung* **39.** 256.

970. ASHER (Leon) und KARAULOW (Theodor). Beiträge zur Physiologie der Drüsen. Untersuchungen über die Beziehungen zwischen physikalisch-chemischen Eigenschaften von Drüsenproteiden und dem Scheidevermögen der Drüsen. Bern. Physiol. Institut der Univers. — *Biochem. Zeitschr.* **25.** 305.

971. BARTH (H.). Zur Herstellung und Beurteilung von Verbandwatte. Neuhausen-Schaffhausen. Lab. der internat. Verbandstoff-Fabrik. — *Schweiz. Wochenschr.* **48.** 321.

972. Berl (E.) und Delpy (Max). Ueber die alkalische Verseifung von Glycerin-trinitrat. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **43**. 1421.

973. Berl (E.) und Delpy (Max). Ueber die quantitative colorimetrische Bestimmung kleiner Blausäure-Mengen. Zürich. Chem.-techn. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **43**. 1430.

974. Breithaupt (Jean-F.). Contribution à l'étude de l'absorption des oxydes d'azote dilués dans l'air par des dissolvants organiques. *Thèse*. Genève (Prof. Guye).

975. Briner (E.) et Wroczynski (A.). Action chimique des pressions élevées ; compression du protoxyde d'azote et d'un mélange d'azote et d'hydrogène ; décomposition de l'oxyde de carbone par la pression. Genève. — *Comptes rendus* **150**. 1324.

976. Castoro (N.). Ueber die Darstellung kolloider Metalle mit Hilfe von Akrolein. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. Kolloide* **6**. 283.

977. Feinberg (Salomon). Eine zweite Synthese des Luteolins. *Dissert*. Bern (Prof. von Kostanecki).

651 *ter*. Finkelstein (Marie). Synthèse de la laudanosine. *Thèse*. Genève (Prof. Pictet).

880 *bis*. Fritzsche (H.) Ueber den Abbau von Chlorophyll durch Alkalien. *Dissert*. Zürich (Prof. Willstätter).

978. Grün (Ad.). Synthese der symmetrischen Monoglyceride. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Berichte* **43**. 1288.

893 *bis*. Grün (Ad.) und Husmann (J.). Glycerinate der Erdalkalien. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Berichte* **43**. 1291.

979. Hartwich (C.). Die menschlichen Genussmittel, ihre Herkunft, Verbreitung, Geschichte, Bestandteile, Anwendung und Wirkung. (Leipzig) Zürich.

980. Hauckold (E.). Ueber die Beeinflussung von Narkoticis durch Scopolamin. Bern. Med.-chem. und pharm. Inst. der Univ. — *Zeitschr. exper. Pathol.* **7**. 743.

981. Kok (Hendrick de). Ueber Diffusion von Gasen und Dämpfen durch Gelatinegallerte. *Dissert*. Basel (Prof. Hagenbach).

982. Kreis (Hans). Neue Farbenreaktionen mit Salicylaldehyd und Schwefelsäure. Basel. — *Chem.-Zeitung* **34**. 470.

827 *bis*. Kubli (H.). Zur Kenntnis der Chinonimine und der Chinone. *Dissert*. Zürich (Prof. Willstätter).

983. Krzyzankiewicz (Stanislaw). Chemische Untersuchungen schweizerischer Bronzefunde der Latène-Zeit. *Dissert*. Basel (Prof. Rupe).

984. Lorenz (Richard). Beiträge zur Theorie der elektrolytischen Ionen. Die Koinzidenz der Durchmesser der Atome und derjenigen von Ionen, welche dem Lösungsmittel fremd sind. Zürich. Lab. für physik. Ch. am Polytechn. — *Zeitschr. physikal. Ch.* **73.** 252.

985. Oertly (Ernst). Sur quelques dérivés de l'acide pipéronylique et sur une nouvelle synthèse de l'acide hydrastique. *Thèse*. Genève (Prof. Pictet).

985 *bis*. Oertly (E.) und Pictet (Amé). Ueber einige Derivate der Piperonylsäure. Genf. Org. Lab. der Univ. — *Berichte* **43.** 1336.

986. Pictet (Amé) und Kramers (G. H.). Ueber Papaverin und Kryptopin. Genf. Org. Lab. der Univ. — *Berichte* **43.** 1329.

987. Reverdin (Frédéric). Sur une trinitro-p-anisidine. Genève. Lab. de ch. org. de l'Univ. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **29.** 476 et *Comptes rendus* **150.** 1433.

988. Rupe (H.) und Bürgin (J.). Die Reduktion des Pulegensäure-Esters. Basel. Univ.-Lab. — *Berichte* **43.** 1228.

989. Rupe (H.) und Proske (H.). Ueber Kohlenwasserstoffe aus ω-Brom-styrol und die Darstellung von γ-Phenyl-buttersäure. Basel. Univ.-Lab. — *Berichte* **43.** 1231.

990. Schaffer (F.) und Fellenberg (Th. von). Ueber Kunstkäse. Bern. Lab. des schweiz. Gesundheitsamtes. — *Mitt. Lebensmittelunters.* **1.** 59.

991. Scheuer (Otto). Physikochemische Studien an binären Gemischen mit einer optisch aktiven Komponente. Genf. Lab. für theor. und techn. Ch. — *Zeitschr. physikal. Ch.* **72.** 513.

992. Schmidlin (Julius), Wohl (Julius) und Thommen (Hans). Einwirkung von Triphenylmethyl auf Chinone. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **43.** 1298.

993. Schulze (E.). Ein Beitrag zur Kenntnis des Vernins. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **66.** 128.

994. Schulze (E.) und Winterstein (E.). Studien über die Proteinbildung in reifenden Pflanzensamen. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **65.** 431.

995. Strzyzowski (Casimir). Ueber die Fähigkeit des Tierkörpers polyvalente präzipitierende Sera zu erzeugen. Lausanne. Univ.-Lab. für forensische Blutuntersuchungen. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **66.** 1.

872 *bis*. Trier (Georg). Ein Beitrag zu Kenntnis der pflanzlichen Betaine und ihrer Bedeutung. Das Stachydrin, seine Konstitution und seine Synthese. *Dissert.* Zürich (Prof. Schulze).

996. Tschirch (A.) und Willner (M.). Ueber den Loango-Copal. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* **248**. 265.

997. Tschirch (A.) und Willner (M.). Ueber den Sierra-Leone-Copal. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* **248**. 285.

998. Willstaetter (Richard) und Asahina (Yasuhiko). Oxydation der Chlorophyllderivate. Zürich. Chem. Lab. des Polytechn. — *Annalen* **373**. 227.

999. Winkelmann (A.). Ueber die Beteiligung der Malzspelzen bei der Extraktgewinnung. Zürich. Versuchsstation schweiz. Brauereien. — *Zeitschr. ges. Brauwesen* **33**. 218. 233.

Juin

1000. Bamberger (Eug.). Ueber zwei polymere, starre Nitrosopseudocumole. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **43**. 1842.

1001. Baragiola (W. I.) und Huber (P.). Die Beurteilung der Weine auf Grund niedriger Aschenalkalitätszahlen. Wädenswil. Chem. Abt. der schweiz. Versuchsanstalt. — *Mitt. Lebensmittelunters.* **1**. 158.

1002. Bilinkis (Lea). Ueber die Ausscheidung von anorganischem und organisch gebundenem Brom durch den Urin nach Einfuhr organischer Brompräparate. *Dissert.* Bern (Prof. Bürgi).

1003. Billeter (O.). Ueber die Autoxydation der Dialkyl-thiocarbaminsäure-ester. Neuchâtel. Chem. Lab. der Univ. — *Berichte* **43**. 1853.

1004. Bosshard (E.) und Zwicky (K.). Methoden zur Bestimmung des aktiven Sauerstoffs in Waschmitteln, die Perborat enthalten. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. angew. Ch.* **23**. 1153.

1005. Brack (Oskar). Ueber komplexe basische Zinnsalze. *Dissert.* Zürich (Prof. Pfeiffer).

1006. Brun (Albert) et Collet (Léon-W.) Etudes des matériaux récoltés par M. Henri-F. Montagnier au volcan de Chinyero. Genève. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **29**. 618.

1007. Chatschatrianz (W. Aw.). Ueber Triphenylarsin, Triphenylmonomethylarsoniumjodid und seine pharmakologische Wirkung. *Dissert.* Bern (Prof. Bürgi).

1008. Drouginine (Georges). Nouvelle revision du poids atomique de l'azote. Analyse exacte du peroxyde d'azote. *Thèse.* Genève (Prof. Guye).

1009. Dutoit (P.). Sur la volumétrie physico-chimique. Lausanne. — *Bull. de la Soc. chimique* 7. I.

1010. Fellenberg (Th. von). Die quantitative Bestimmung von Salicylsäure in Konfitüre. Bern. Lab. des schweiz. Gesundheitsamtes. — *Mitt. Lebensmittelunters.* 1. 139.

701 *bis.* Ferrario (E). Action des dérivés halogénés du soufre sur les composés organomagnésiens. Genève. Lab. de ch. org. et inorg. — *Bull. de la Soc. chimique* 7. 518.

1011. Golblum (H.) et Stoffella (G.). Contribution à l'étude de l'affinité chimique. Etude du système reversible $PbCO_3 + K_2CrO_4 = PbCrO_4 + K_2CO_3$. Genève. Lab. de ch. anal. de l'Univ. — *J. ch. phys.* 8. 135.

626 *bis.* Grafmann (Aaron). Synthesen in der Brasan-Gruppe. *Dissert.* Bern (Prof. von Kostanecki).

1012. Guye (Philippe-A.). Application de l'analyse thermique à la chimie organique. Du mécanisme des réactions. Genève. Lab. de ch. phys. de l'Univ. — *J. ch. phys.* 8. 119.

1013. Guye (Ph.-A.). Sur une cause de discordance entre les diverses méthodes de calcul de l'écart à la loi d'Avogadro. Genève. Lab. de ch. phys. de l'Univ. — *J. ch. phys.* 8. 222.

1014. Hevesy (G. von). Ueber die elektrolytische Darstellung des Rubidiums. Zürich. Lab. für Elektroch. des Polytechn. — *Zeitschr. anorg. Ch.* 67. 242.

1015. Huber (P.). Ueber die Lebensdauer der Oxydationsenzyme in der Birnfrucht. Wädenswil. Schweiz. Versuchsanstalt. — *Schweiz. Wochenschr.* 48. 393.

1016. Kopelowitz (Pinchos). Sur quelques dérivés de la résorcine. *Thèse.* Genève (Dr Ferrario).

1017. Kritchevsky (Woulf). Recherches sur la thioxénine. *Thèse.* Genève (Dr Ferrario).

1018. Laubé (Ed.) und Libkind (J.). Versuche zur Darstellung von Thiazin-Farbstoffen der Anthrachinon-Reihe. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* 43. 1730.

1019. Marschalk (Charles). Zur Konstitutionsbestimmung der Cumaran-ketone. Bern. Med.-Chem. Inst. der Univ. — *Berichte* 43. 1695.

1020. Marschalk (Charles) und Nicolajewsky (Fanny). Reduktionen mit metallischem Calcium und absolutem Alkohol. Bern. Med.-chem. Inst. der Univ. — *Berichte* 43. 1700.

1021. Matton. Zusatz zu dem Artikel : Neuer Sicherheitsheber. Zürich. — *Zeitschr. angew. Ch.* 23. 1214.

1022. Meldola (Raphael) and Reverdin (Frédéric). The Products of Diazotisation of the Trinitro-p-anisidines. London, Finsbury Technical College, and Geneva, University, Organic Chem. Lab. — *J. chem. Soc.* 97. 1204.

1023. Philippe (E.) und Duperthuis (H.). Ueber physikalisch-chemische Weinuntersuchung nach Prof. Dutoit. Bern. Lab. des schweiz. Gesundheitsamtes. — *Mitt. Lebensmittelunters.* 1. 111.

987 *bis*. Reverdin (Frédéric). Ueber ein Trinitro-p-anisidin. Genf. Org.-chem. Lab. der Univ. — *Berichte* 43. 1849.

1024. Schnerr (Alexander Alfred). Ueber die Verdampfungswärme und kritische Temperatur einiger Gase, sowie über die Dampfspannung des flüssigen Schwefeldioxyds. *Dissert.* Freiburg (Prof. von Estreicher).

1025. Schulze (E.) und Trier (G.). Ueber die in den Pflanzen vorkommenden Betaine. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* 67. 46.

1026. Schulze (E.) und Trier (G.). Ueber das Stachydrin und über einige neben ihm in den Stachysknollen und in den Orangenblättern enthaltene Basen. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* 67. 59.

1027. Sieberg (Theodor). Die Kondensationen von Di- und Triphenylcarbinol mit einwertigen Phenolen und Phenoläthern. *Dissert.* Freiburg (Prof. Bistrzycki).

1028. Sprenger (Karl). Recherches expérimentales sur le fractionnement et la densité du chlorure de méthyle commercial. *Thèse.* Genève (Prof. Guye).

1029. Sznajder (L.). Sur la constitution des apocyanines. *Thèse.* Genève (Dr Kaufmann).

1030. Winterstein (Ernst) und Trier (Georg). Die Alkaloide. (Berlin) Zürich.

1031. Wroczynski (A.) et Guye (Ph.-A.). Combinaisons moléculaires formées par quelques systèmes organiques binaires. Genève. Lab. de ch. phys. de l'Univ. — *J. ch. phys.* 8. 189.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE JUILLET 1910

Le 1, pluie à 2 h. 45 m. et à 4 h. 15 m. du soir.
2, pluie depuis 9 h. 20 m. du soir.
3, forte chute de pluie dans la nuit; pluie depuis 9 du soir.
4, pluie dans la nuit, à 7 h, à 11 h. du matin et depuis 9 h. 30 m. du soir.
5, pluie de 7 h. à 11 h. du matin.
6, pluie dans la nuit, de 9 h. 30 m. du matin à 6 h. 40 m. du soir, et depuis 9 h. 30 m. du soir.
7, pluie à 7 h. du matin et à 1 h. du soir.
8, pluie dans la nuit et dans la matinée.
les 9, 10 et 11, forte rosée le matin.
le 11, orage à 1 h. 15 m. et pluie à 4 h. et à 7 du soir.
12, pluie dans la nuit et depuis 9 h. du soir; orages à 8 h. 50 m. et à 10 h. du soir.
13, pluie dans la nuit et à 9 h. du matin; rosée le soir.
les 14, 15, 16 et 17, rosée le matin.
le 15, orage à minuit.
17, orage et pluie depuis 8 h. du soir.
18, forte averse depuis 9 h. du matin et orage; orages à 3 h. 30 m. et à 5 h. 15 m. du soir.
19, pluie dans la nuit.
20, pluie dans la nuit, à 9 h. du matin et à 1 h. du soir.
21, forte rosée le matin et le soir.
22, forte rosée le matin; pluie à 7 h. du soir; fort vent à 7 h. et à 9 h. du soir.
23, pluie dans la nuit, à 7 h. et à 10 h. du matin, à 1 h. et à 9 h. du soir; orage à 7 h. du soir.
27, pluie dans la nuit et rosée le matin et le soir.
28, forte rosée le matin et le soir.
29, pluie à 10 h. du matin, à 1 h. et depuis 9 h. du soir.
30, pluie dans la nuit et brouillard à 7 h. du matin.
31, pluie à 7 h. du matin et à 7 h. du soir; orage à 4 h. 30 m. et à 6 h. 30 m. du soir.

GENÈVE — JUILLET 1910

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	26.0	25.7	25.8	25.76	- 1.60	25.4	26.1	SSW. 1	SSW. 1	WSW 0	SSW. 1	8.3	5	7	7	7	9.6	0.6	1
2	24.9	23.1	22.4	23.93	- 3.46	22.0	25.9	SSW. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	6.7	8	5	10	8	8.1	**19.9**	3
3	24.8	24.9	25.4	24.50	- 2.91	23.3	25.5	SSW. 1	SSW. 1	W. 1	SSW. 1	8.8	9	7	10	8	4.8	1.7	2
4	24.8	25.6	28.0	25.84	- 1.60	24.2	28.8	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	7.9	10	9	9	9	4.9	9.7	7
5	30.5	30.1	31.4	**30.34**	+ **2.88**	29.0	**31.4**	WSW. 0	NNE. 1	W. 1	SW. 1	2.1	10	6	10	8	4.6	2.4	4
6	28.5	25.9	23.3	26.52	- 0.97	23.0	31.0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	8.7	10	10	10	10	. .	17.8	12
7	23.0	24.4	25.2	23.99	- 3.52	23.0	25.6	SSW. 1	ESE. 1	NNE. 1	var.	7.1	10	10	7	9	1.9	7.1	4
8	24.2	24.6	25.5	24.84	- 2.70	24.2	26.3	N. 0	N. 1	NNW. 0	N. 1	5.4	10	4	4	6	8.1	0.2	2
9	25.9	24.6	23.9	25.08	- 2.48	23.8	26.5	WNW. 0	N. 1	N. 0	N. 1	3.8	0	1	0	1	**14.4**	...	....
10	24.4	23.6	24.2	23.94	- 3.64	22.7	24.9	W. 0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	5.2	3	5	8	7	10.3	...	....
11	24.5	24.2	25.9	24.78	- 2.82	24.0	26.1	SSE. 1	N. 1	WSW. 1	N. 1	4.2	5	9	8	8	6.7	3.2	4
12	27.0	27.3	28.1	27.21	- 0.42	26.1	28.8	WSW. 0	N. 1	NNE. 0	N. 1	5.3	9	10	10	10	6.0	7.7	6
13	29.7	30.3	30.3	29.76	+ 2.11	28.6	30.4	S. 1	WSW. 1	N. 1	var.	3.7	8	7	1	5	7.9	0.2	1
14	29.7	27.7	25.9	28.09	+ 0.41	25.8	30.4	W. 1	N. 1	N. 0	N. 1	2.7	1	2	3	2	13.9	...	....
15	24.4	22.7	21.9	23.23	- 4.46	21.4	25.8	N. 1	W. 1	WNW. 0	N. 1	4.3	1	8	9	6	12.0	0.1	....
16	21.9	21.5	21.6	**21.70**	- **6.01**	**21.1**	22.1	N. 1	N. 1	NW. 1	N. 1	2.9	2	6	4	5	10.5	...	....
17	23.1	22.2	23.9	22.80	- 4.93	22.0	25.2	NW. 0	SSW. 1	NW. 1	SSW. 1	3.9	8	7	10	7	12.1	3.0	3
18	25.9	26.3	26.7	26.03	- 1.71	25.2	26.9	NNE. 1	SSW. 1	S. 1	var.	5.3	9	7	9	8	5.2	16.0	4
19	27.6	27.6	28.5	27.69	- 0.07	26.9	28.7	SW. 1	WSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	7.2	7	7	4	6	10.6	0.5	1
20	28.5	29.1	30.0	28.89	+ 1.11	28.3	30.2	SSW. 1	WSW. 1	WSW. 1	SSW. 1	3.8	9	10	2	8	6.4	1.1	2
21	29.7	28.6	28.3	29.04	+ 1.25	27.9	30.2	SSW. 0	WSW. 1	S. 0	SSW. 1	4.6	2	1	0	1	**14.4**	...	....
22	27.3	24.3	25.2	25.61	- 2.29	22.5	28.2	NW. 0	W. 1	SSW. 1	SSW. 1	7.5	0	8	10	6	11.5	1.8	2
23	25.9	29.3	29.1	27.29	- 0.53	25.3	29.3	SSW. 1	SE. 1	E. 1	SSW. 1	6.9	10	10	10	9	4.5	9.2	6
24	30.3	29.4	28.3	29.22	+ 1.38	27.0	30.3	SSE. 1	SSE. 1	N. 1	var.	3.9	4	5	0	4	12.0	...	....
25	26.2	24.6	25.5	25.49	- 2.36	24.4	26.9	NW. 1	SSW. 1	WSW. 1	SSW. 1	5.8	6	7	4	5	12.3	...	....
26	26.4	28.1	29.7	27.47	- 0.39	26.4	29.9	SW 1	SW. 1	SSW. 1	SW. 1	**9.4**	8	8	7	7	5.0	0.1	1
27	29.8	29.1	27.6	28.95	+ 1.08	27.5	30.0	SW. 1	NNW. 1	N. 0	var.	4.8	1	1	0	1	14.3	...	....
28	27.1	25.7	24.8	26.17	- 1.72	24.4	27.6	WNW. 0	WSW. 1	SW. 0	SW. 1	2.5	8	6	2	5	12.3	...	....
29	26.0	26.6	27.8	26.28	- 1.62	25.4	27.8	E. 1	SSW. 1	W. 1	var.	2.2	9	10	10	9	1.3	15.7	7
30	26.4	25.0	23.9	25.26	- 2.65	23.2	27.0	WSW. 0	NW. 1	W. 0	NNW. 1	2.4	10	3	8	5	9.2	0.6	2
31	24.9	24.3	26.2	24.81	- 3.11	23.9	26.5	SSW. 1	WNW. 1	SW. 1	SW. 1	2.1	10	9	9	10	2.4	9.3	6
Mois	26.42	26.01	26.27	26.14	- 1.51							5.14	6.5	6.6	6.3	6.4	257.2	127.9	80

GENÈVE — JUILLET 1910

Jour du mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Écart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Écart avec la normale	Luminimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	13.9	18.6	14.3	14.86	- 3.36	10.1	20.4	63	42	78	65	- 4	40	82	9.6	- 7.3	2000
2	15.2	21.1	15.1	15.85	- 2.43	10.7	22.4	68	39	76	66	- 3	36	98	9.0	- 8.0	1985
3	12.1	16.1	12.6	13.63	- 4.71	10.8	17.5	71	51	69	67	- 2	45	90	....	.....	1985
4	10.5	11.8	11.1	**11.38**	**- 7.02**	8.7	15.0	82	76	78	74	+ 5	52	88	9.9	- 7.3	1985
5	9.7	16.0	13.1	12.42	- 6.03	8.9	17.5	97	60	76	80	+11	51	98	10.1	- 7.1	1965
6	12.6	12.1	14.4	12.74	- 5.76	10.9	15.8	77	90	69	**86**	**+18**	74	95	9.0	- 8.3	1920
7	11.7	13.3	11.0	12.35	- 6.19	10.1	15.8	76	89	94	84	+16	62	96	8.0	- 9.4	1975
8	11.2	15.4	14.6	13.32	- 5.27	9.2	18.0	93	56	75	75	+ 7	45	95	10.5	- 7.0	1980
9	13.6	19.1	17.2	16.10	- 2.53	9.9	22.2	76	43	50	64	- 4	30	95	11.5	- 6.1	1963
10	15.0	22.3	17.8	17.55	- 1.12	10.4	25.8	83	51	72	70	+ 2	45	94	....	.....	1945
11	14.4	19.0	14.8	15.89	- 2.81	12.8	24.3	89	64	95	83	+15	60	96	15.8	- 1.9	1927
12	11.8	19.3	16.9	16.37	- 2.36	13.1	20.2	93	67	86	85	+17	65	95	15.9	- 1.9	1913
13	16.3	22.0	18.0	18.51	- 0.25	14.5	23.5	82	56	78	71	+ 3	54	90	16.9	- 0.9	1910
14	16.4	21.8	19.9	18.46	- 0.33	11.4	24.5	79	58	70	69	+ 1	37	90	17.4	- 0.5	1910
15	17.0	25.2	20.1	19.06	+ 0.25	12.7	26.5	80	55	77	74	+ 6	55	85	18.6	+ 0.6	1905
16	17.9	23.2	20.7	20.36	+ 1.53	15.6	25.6	86	61	82	73	+ 5	45	88	18.9	+ 0.9	1885
17	18.8	26.6	21.8	21.56	+ 2.71	15.6	28.5	90	54	72	71	+ 6	42	95	....	.....	1855
18	19.1	21.1	17.9	18.99	+ 0.12	15.6	25.0	90	70	81	80	+12	58	96	19.5	+ 1.4	1915
19	17.8	22.9	18.0	19.42	+ 0.54	15.2	21.7	82	48	64	63	- 5	40	84	19.0	+ 0.8	1910
20	16.1	20.6	17.5	18.60	- 0.29	14.4	23.7	81	62	79	69	+ 1	46	85	17.7	- 0.6	1925
21	17.3	25.7	21.4	20.71	+ 1.82	12.6	28.4	76	49	68	64	- 4	33	92	14.7	- 3.6	1912
22	20.3	30.4	24.9	**23.71**	**+ 4.81**	15.8	**32.2**	71	41	37	**56**	**-12**	**24**	80	15.7	- 2.7	1915
23	16.1	14.5	12.4	16.60	- 2.30	11.3	23.0	86	68	98	69	+ 1	45	98	13.9	- 4.5	1917
24	15.2	19.6	14.8	15.59	- 3.30	10.9	21.1	76	47	67	69	+ 1	40	99	....	.....	1955
25	12.7	21.5	17.2	16.31	- 2.55	8.8	23.0	81	46	58	65	- 3	44	95	14.8	- 3.7	1913
26	15.4	16.5	12.7	15.59	- 3.29	10.0	19.3	62	55	70	58	-10	43	80	13.5	- 5.0	1895
27	11.8	18.3	15.9	14.30	- 4.57	**7.3**	20.4	77	46	64	64	- 4	38	86	13.4	- 5.2	1877
28	14.1	23.1	18.6	17.64	- 1.21	9.5	25.3	80	54	65	64	- 4	39	86	13.4	- 5.2	1832
29	16.6	17.3	15.2	16.81	- 2.03	14.6	21.0	72	70	98	73	+ 5	58	100	15.2	- 3.4	1805
30	15.4	21.3	19.1	17.77	- 1.05	13.7	22.8	98	58	77	83	+15	53	100	16.0	- 2.7	1800
31	17.1	26.0	16.5	17.95	- 0.84	15.6	22.8	85	75	98	85	+17	72	99	....	.....	1755
Mois	15.04	19.86	16.63	16.79	- 2.02	11.97	22.46	81	58	76	72	+ 4			14.15	- 3.94	1914

MOYENNES DE GENÈVE. — JUILLET 1910

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	25.89	25.66	25.70	25.66	25.25	24.86	25.01	25.76	25.47
2e »	25.94	25.96	26.22	26.19	25.89	25.70	25.77	26.46	26.02
3e »	27.18	26.98	27.26	27.30	26.82	26.22	26.21	27.02	26.87
Mois	26.37	26.22	26.42	26.41	26.01	25.61	25.68	26.43	26.14

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+11.40	+10.68	+12.55	+15.16	+16.58	+17.03	+15.70	+13.06	+14.02
2e »	15.72	14.51	16.86	20.02	22.17	22.42	20.57	17.52	18.72
3e »	14.55	13.58	15.64	18.36	20.75	21.56	19.61	16.32	17.55
Mois	+13.91	+12.95	+15.04	+17.86	+19.86	+20.38	+18.66	+15.65	+16.79

Fraction de saturation en %.

1re décade	86	83	79	68	60	59	67	82	73
2e »	84	87	85	70	59	56	67	82	74
3e »	79	81	79	63	55	52	61	76	68
Mois	83	84	81	67	58	56	65	80	72

Dans ce mois l'air a été calme 118 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{37}{83} = 0.45$.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique		26.23
Nébulosité		6.5
Température	$\frac{7+1+9}{3}$	+17°.18
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$	+17°.04
Fraction de saturation		71 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér.	(1836-1875).	27.65
Nébulosité	(1847-1875).	4.4
Hauteur de pluie	(1826-1875).	70mm.8
Nombre de jours de pluie	(id.).	9
Température moyenne	(id.).	+18°.81
Fraction de saturat.	(1849-1875).	68 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRE
Hauteur d'eau en mm.	146.0	144.4	126.6	125.5	138.9	133.6	101.2

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	102.1	127.9	121.3	97.1	127.8	116.3

Insolation à Jussy : 212h3 en juillet.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE

JUILLET 1910

le 2, pluie et neige.
3, neige le matin, brouillard l'après midi.
4, brouillard le matin et le soir ; pluie et neige.
5, très forte bise et neige le matin ; brouillard le soir.
6, neige l'après midi.
7, neige le matin et brouillard le soir.
les 8 et 10, brouillard le soir.
le 9, brouillard le matin.
les 10, 11, 12 et 13, pluie.
13 et 14, brouillard le soir.
le 17, brouillard le matin et le soir ; légère grêle à 2 h. 25 m.
18, brouillard le matin.
les 19 et 20, brouillard le soir.
le 23, neige et brouillard l'après midi.
les 24 et 31, brouillard le matin.
le 28, brouillard le soir.
les 26, 28, et 31, pluie.

Du 21 au 25, dégel complet du lac.

GRAND SAINT-BERNARD — JUILLET 1910

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	64.1	64.7	65.3	64.7	- 3.2	64.0	65.4	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	3	7	1	4	....	....
2	64.3	64.3	63.7	64.1	- 3.8	63.2	64.9	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	5	2	2	3	0.8	1
3	62.3	62.6	63.1	62.8	- 5.2	62.3	63.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	2	7	1.0	....
4	62.0	62.3	63.7	62.7	- 5.3	61.8	63.3	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	10	8	10	9	10.0	3
5	65.4	66.6	67.9	66.6	- 1.5	65.0	68.0	NE. 3	NE. 2	NE. 1	NE. 2	10	5	10	8	...	....
6	66.1	64.7	63.2	64.7	- 3.4	62.8	67.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	9	10	10	10	**33.0**	**14**
7	60.5	62.1	62.7	**61.8**	**- 6.4**	**60.5**	62.8	NE. 1	NE. 1	NE 1	NE. 1	10	10	10	10	3.6	1
8	62.2	63.2	64.5	63.3	- 4.9	62.1	64.6	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	9	10	10	10	..	....
9	64.7	65.6	66.4	65.6	- 2.7	64.6	66.4	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	1	1	4	..	....
10	65.8	65.6	65.6	65.6	- 2.7	65.5	66.1	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	4	7	10	7	1.4	....
11	65.2	65.6	66.7	65.8	- 2.5	65.2	67.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 2	9	9	10	9	9.7	...
12	67.3	68.4	69.5	68.4	0.0	67.1	69.5	SW. 1	SW. 1	calme	SW. 1	9	4	5	6	6.5	....
13	69.3	70.5	70.9	70.2	+ 1.8	69.2	70.9	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	10	1	10	7	0.5	...
14	69.7	69.5	68.8	69.3	+ 0.8	68.1	70.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	1	9	4	...	....
15	66.7	66.1	65.8	66.2	- 2.3	65.6	67.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	6	6	4	...	...
16	64.9	66.0	67.1	66.0	- 2.5	64.9	67.3	NE. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	1	5	4	3	....	....
17	67.6	67.8	67.5	67.6	- 1.0	67.5	67.8	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	10	9	10	10	7.6	....
18	67.8	68.6	68.6	68.3	- 0.3	67.8	68.7	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	5	8	....	....
19	67.9	68.4	69.1	68.5	- 0.1	67.8	69.2	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	8	10	6	...	...
20	68.2	68.9	69.9	69.0	+ 0.3	68.1	70.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	9	10	7	3.2	....
21	70.8	72.0	72.6	**71.8**	**+ 3.1**	70.5	**72.6**	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	0	0	0	....	....
22	72.4	72.4	70.1	71.6	+ 2.9	70.0	72.5	calme	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	9	9	6	....	..
23	67.3	67.0	65.5	66.6	- 2.1	65.5	68.8	SW. 2	NE. 3	NE. 4	NE. 3	6	10	10	9	2.5	....
24	66.6	68.0	68.0	67.5	- 1.3	66.0	68.1	NE. 3	NE. 3	NE. 1	NE. 3	10	2	0	4	...	....
25	66.5	66.3	66.5	66.4	- 2.4	66.3	67.4	SW. 1	SW 1	NE. 1	SW. 1	8	3	2	4	...	....
26	65.3	65.5	66.1	65.6	- 3.2	65.3	66.4	SW. 1	NE. 1	NE. 3	NE. 1	8	3	10	7	1.2	...
27	67.1	67.4	69.0	67.8	- 1.0	66.8	69.1	NE 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	0	0	0	0	....	....
28	68.4	68.9	68.7	68.7	- 0.1	68.4	69.0	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	3	4	10	6	....	....
29	68.2	68.1	68.9	68.4	- 0.4	68.1	68.9	SW. 2	SW. 2	SW. 1	SW. 2	4	10	4	6	0.5	....
30	68.4	68.5	68.9	68.6	- 0.3	68.3	68.9	SW. 3	SW. 2	SW. 2	SW. 2	5	4	7	5	....	....
31	68.0	68.0	67.9	68.9	0.0	67.7	68.5	SW. 3	SW. 2	SW. 1	SW. 2	1	10	10	10	19.5	....
Mois	66.48	66.89	67.18	66.85	- 1.63							6.0	6.0	6.7	6.2	101.0	19

GRAND SAINT-BERNARD — JUILLET 1910

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Écart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	- 1.1	+ 3.3	+ 1.0	+ 1.1	- 4.3	- 2.1	+ 5.2	75	77	87	80	71	92
2	+ 1.3	7.0	+ 3.3	3.9	- 1.6	+ 0.2	7.0	60	35	74	56	31	78
3	+ 1.6	1.7	- 1.6	+ 0.6	- 4.9	- 1.7	3.8	94	93	98	95	89	99
4	- 1.3	0.3	- 2.7	**- 1.2**	**- 6.8**	- 3.0	1.9	89	88	100	92	64	100
5	- 2.8	1.0	- 1.4	- 1.1	- 6.7	**- 3.5**	1.0	100	85	97	94	71	100
6	- 0.7	3.3	- 0.4	+ 0.7	- 5.0	- 2.0	3.3	100	83	99	94	52	100
7	- 1.7	0.9	- 1.4	- 0.7	- 6.4	- 2.5	2.9	100	91	100	**97**	76	100
8	- 1.4	3.7	+ 0.2	+ 0.8	- 5.0	- 2.2	4.4	100	71	98	90	58	100
9	+ 0.3	8.3	5.4	4.7	- 1.1	0.0	9.7	100	65	85	83	48	100
10	4.6	9.7	3.3	5.9	0.0	+ 3.1	9.7	91	65	100	86	53	100
11	2.6	6.0	3.1	3.9	- 2.0	2.3	6.2	100	79	95	91	63	100
12	3.5	7.4	4.3	5.0	- 1.0	2.9	8.4	94	67	91	84	50	96
13	4.3	6.9	4.0	5.1	- 0.9	1.8	8.7	80	58	100	79	42	100
14	4.3	9.6	6.2	6.7	+ 0.6	3.3	11.1	84	65	95	81	41	97
15	5.4	10.9	7.1	7.8	+ 1.7	4.8	11.4	85	56	84	75	25	88
16	6.1	8.9	8.2	7.7	+ 1.6	6.0	10.4	81	81	88	83	51	92
17	6.0	8.6	7.0	7.2	+ 1.0	6.0	8.7	100	89	99	96	70	100
18	5.2	7.2	6.4	6.3	+ 0.1	5.0	9.3	95	73	71	80	38	98
19	5.3	9.4	4.6	6.4	+ 0.2	4.0	9.8	72	66	99	79	49	100
20	4.1	5.9	3.4	4.5	- 1.8	3.0	6.4	77	84	100	87	55	100
21	7.4	12.8	10.0	10.1	+ 3.8	3.0	14.2	54	40	53	**49**	25	74
22	12.1	16.3	+10.4	**12.9**	**+ 6.6**	+ 8.0	**16.5**	24	45	91	53	**15**	94
23	+ 8.8	1.2	- 0.5	3.2	- 3.1	- 0.5	9.8	70	98	99	89	54	100
24	- 0.6	4.0	+ 4.1	2.5	- 3.8	- 0.8	5.3	100	75	39	71	26	100
25	+ 2.8	6.9	+ 4.7	4.8	- 1.6	+ 2.3	8.3	90	72	60	74	20	93
26	+ 3.0	6.5	- 0.2	3.1	- 3.3	- 1.0	6.6	76	84	88	83	53	91
27	- 1.9	8.5	+ 6.0	4.2	- 2.2	- 2.6	9.3	80	48	71	66	32	83
28	+ 3.3	8.8	7.5	6.5	+ 0.1	+ 2.7	10.4	85	74	97	85	47	99
29	6.8	7.6	5.8	6.7	+ 0.3	4.0	8.0	67	81	100	83	54	100
30	4.9	9.6	7.9	7.5	+ 1.1	4.5	10.2	98	75	91	88	51	99
31	+ 6.0	+ 7.1	+ 5.7	+ 6.3	- 0.1	+ 5.6	+ 8.8	100	89	90	93	70	100
Mois	+ 3.17	+ 6.75	+ 3.92	+ 4.61	- 1.55	+ 1.63	+ 7.96	85	73	88	82		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JUILLET 1910

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — 0mm.22. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	63.74	64.17	64.64	64.19	91	75	94	87
2e »	67.46	67.98	68.39	67.93	87	72	92	84
3e »	68.09	68.37	68.38	68.28	77	71	80	75
Mois	66.48	66.89	67.18	66.85	85	73	88	82

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 0.12	+ 3.92	+ 0.57	+ 1.46	+ 1.24
2e »	+ 4.68	8.08	5.43	6.06	5.91
3e »	4.78	8.12	5.58	6.16	6.01
Mois	+ 3.17	+ 6.75	+ 3.92	+ 4.61	+ 4.44

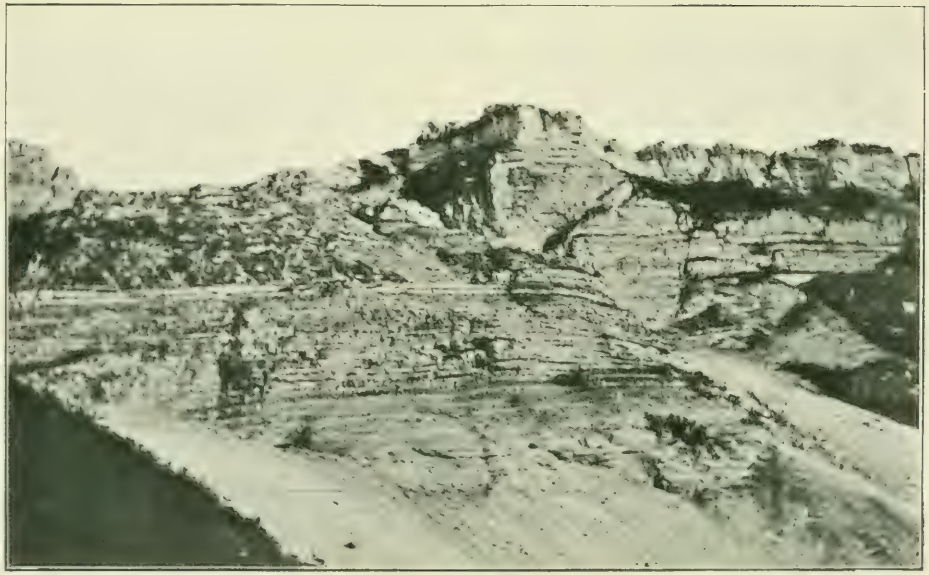
Dans ce mois l'air a été calme 22 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{72}{50} = 1.44$

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
Eau en millimètres.....	97.2	71.1	107.6	101.0
Neige en centimètres....	—	—	—	19

La paroi de l'Arête de la Roche dominant le plateau de Ramas.



La niche d'arrachement des Hautes.

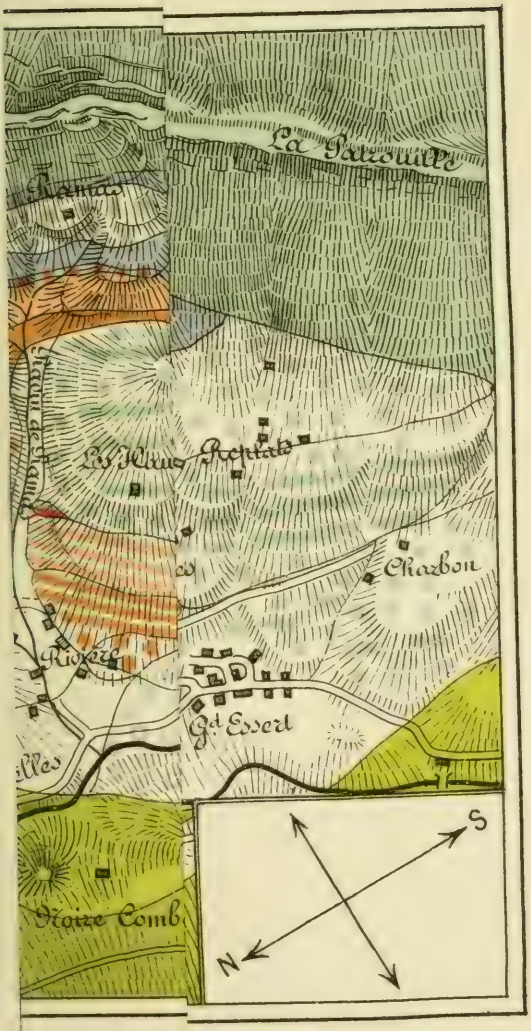
La coupure de l'Avalanche des Hautes.

La voûte effondrée du Dogger dans la région des Hautes.

La surface d'arrachement du Séquanien entre Pralets et Plat de Fontaine.

La voûte bajocienne rompue au-dessus des ruines.

OLOGI



LITH. J. CHAPPUIS, LAUSANNE.

CARTE GÉOLOGIQUE AU 1 : 25,000 DE LA RÉGION DE CHÉZERY (AIN)

par Xénie de Tsytovitch

Légende:

Alluvions modernes

Moraines

Avalanche des Hautes

Molasse

Aptien

Urgonien

Valangien-Hauterivien

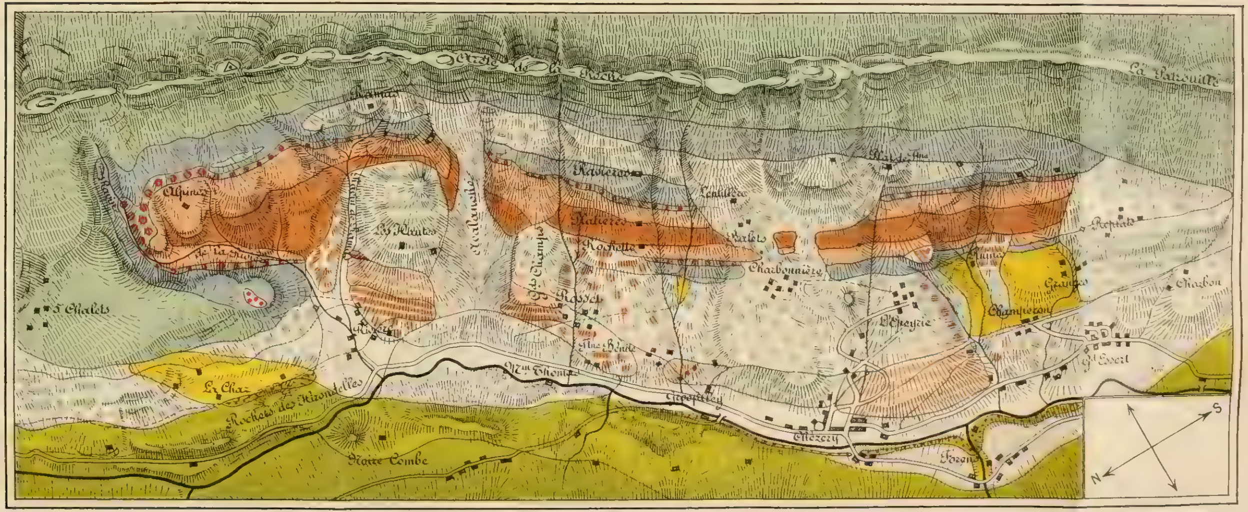
Séquanien-Portlandien — en place; Éboulé en masses; Éboulé en bancs brisés; Éboulé en débris

Argovien — en place; Éboulé en masses; Éboulé en bancs brisés; Éboulé en débris

Spongitien-Callovien — en place; Éboulé en masses

Bathonien — en place; Éboulé en masses; Éboulé en bancs brisés; Éboulé en débris

Bajocien — en place; Éboulé en masses; Éboulé en bancs brisés; Éboulé en débris



ÉTUDES GLACIAIRES

PAR

F.-A. FOREL

Professeur à Morges

V[1]

Érosion ou excavation glaciaire

Comment les lacs subalpins ont-ils été créés?

L'explication orogénique étant écartée par tous les faits connus de la tectonique de la contrée, il ne reste que deux causes possibles : Ou bien l'érosion aqueuse; sur le cours d'une vallée fluviale le soulèvement du bas pays, ou l'affaissement du haut pays ont formé une cuvette avec contrepente. — Ou bien l'érosion glaciaire a creusé la cuvette.

Cette dernière hypothèse, proposée jadis par A.-C. Ramsay, est soutenue avec éclat par les géographes modernes de l'école de mes amis A. Penck et Ed. Brückner, qui se basent surtout sur des arguments géologiques. L'opposition que quelques naturalistes suisses nous leur faisons se fonde essentiellement sur l'étude des glaciers actuels. Je voudrais essayer de résumer mes idées personnelles sur ce sujet[2]. Insuf-

[1] Voyez pour les études précédentes : I. De la température interne du glacier, *Archives*, 1884, XII, 70. — II. La grotte naturelle du glacier d'Arolla, *Ib.*, 1887, XVII, 469. — III. Perméabilité du glacier, *Ib.*, 1887, XVIII, 5. — IV. La température de la glace dans l'intérieur du glacier, *Ib.*, 1889, XXI, 5.

[2] Je complète dans les pages suivantes les arguments que j'ai présentés en 1892 contre l'hypothèse excavationniste (*Léman* I,

fisamment familiarisé avec les glaciers des autres régions de la terre, je n'invoquerai que les faits connus dans les Alpes de l'Europe centrale.

Le glacier érode son lit, c'est un fait incontestable et incontesté ; il élargit et approfondit la vallée dans laquelle il s'écoule. Je suis « érosionniste », et érosionniste convaincu. Mais le glacier ne creuse pas une cuvette avec contrepente. Je ne suis pas « excavationniste ». Mon refus d'accepter l'hypothèse de l'excavation d'un bassin lacustre par l'œuvre du glacier se fonde sur ce que je connais du mécanisme de l'action glaciaire.

Il y a, dans le phénomène de l'érosion glaciaire, deux faits essentiels : l'attaque de la roche encaissante et le transport des matériaux détachés par cette attaque.

A. *Attaque de la muraille rocheuse du plafond et des talus de la vallée.* — Cette attaque est nulle tant que la glace est pure et sans mélange ; sa dureté est trop faible pour que, à elle seule, elle burine les corps tenaces que sont les roches. Il faut, pour qu'il y ait attaque, que la surface polie de la glace, en adoptant par enchâssement des cailloux et du sable, se transforme en une lime qui gratte la paroi sur laquelle elle se meut. Les gros cailloux ainsi enrobés dans la glace creusent des rainures, parfois profondes

189-198) comme introduction à ma théorie de la formation du Léman, où je me suis rencontré, par une autre voie, avec Ch. Lyell et A. Heim. — Dans un mémoire récemment paru (Ueber alpine Randseen und Erosionsterrassen, *Petermann's Mitt. Ergänzungsheft* n° 175, Gotha, 1910), le Dr Gogarten, de Zurich, étudie la question des lacs subalpins au point de vue géologique. Il attribue, comme nous, leur origine à un affaissement du massif central des Alpes.

et larges, et peuvent faire sauter des éclats de volume appréciable ; les sables fins ne tracent que des lignes délicates et n'enlèvent qu'une poussière presque impalpable ; ils donnent à la surface de la roche ainsi attaquée un poli souvent admirable.

Un effet analogue, quoique moins énergique, mais peut-être plus efficace, est produit par l'entraînement d'une couche mince de graviers et de sables, interposée entre la glace qui se meut et la roche immobile, comme le fait la poudre d'émeri employée dans notre industrie pour sculpter et polir les corps durs.

Ces sables et graviers qui arrivent sous le glacier viennent, soit des moraines[1] superficielles, médianes ou latérales et tombent par des crevasses verticales, soit des moraines riveraines ; dans ce dernier cas, ils descendent par éboulement ou sont apportés par des affluents latéraux du torrent glaciaire.

L'action d'usure sur la roche encaissante est maximale lorsque la couche des graviers et sables est faible ; sitôt que celle-ci est trop épaisse, elle mérite le nom de « moraine profonde » et l'attaque devient nulle. La moraine profonde représente en effet une couche de matériaux discrets et disjoints : blocs, galets, cail-

[1] J'emploie ici, malgré ses imperfections, la terminologie adoptée par la Conférence glaciaire, réunie au glacier du Rhône en 1899 :

Moraines déposées : *Moraine profonde,* déposée sur le fond du glacier.

Moraine riveraine, moraine marginale déposée sur les flancs du glacier.

Moraines mouvantes : *Moraine médiane, moraine latérale,* moraines mouvantes sur la surface du glacier.

Moraine inférieure, moraine mouvante dans la couche inférieure du glacier.

loux, graviers, sables, poussières sont libres, non adhérents ; ils peuvent rouler les uns sur les autres et se déplacer relativement, mais ils ne sont pas mis en mouvement en masse. Sous la pression énorme du glacier, les couches supérieures de la moraine profonde sont entraînées par frottement et glissent les unes sur les autres ; les pierres individuelles s'usent par ce frottement et elles usent réciproquement la roche sur laquelle elles se meuvent. Mais, étant donnée l'indépendance des particules, ce mouvement partiel ne peut se communiquer très loin : sitôt que l'épaisseur de la moraine profonde est un peu forte, il s'éteint et les couches inférieures restant immobiles, l'attaque des roches encaissantes cesse absolument.

L'attaque a son maximum d'intensité sur les éminences saillantes du lit du glacier, soit sur les promontoires latéraux, soit sur les îlots rocheux qui s'élèvent de son plafond, soit sur les bords tranchants des marches et escaliers qui inégalisent la pente du thalweg. Au contraire, les creux, dépressions, cavités et parties en retraite de la vallée se remplissent de moraine profonde qui protège les murailles rocheuses contre l'érosion glaciaire.

L'érosion glaciaire a-t-elle une très grande efficacité ? L'observation suivante m'en fait douter. Nous avons vu, en juillet 1900, s'ouvrir une fenêtre au milieu de la cataracte du glacier du Rhône[1], fenêtre qui nous a montré la paroi sur laquelle s'écoule la glace. La couche de glace était peu épaisse. Nous l'avons

[1] Voir F.-A. Forel. XXIe rapport sur les variations des glaciers des Alpes. *Jahrbuch des Schw. Alpen-Club*, p. 182. Bern, 1901.

évaluée de 5 à 10 mètres au plus. La muraille rocheuse était donc très près de la surface extérieure du glacier, et nous avons pu apprécier quelle est la profondeur du ravin creusé par le glacier. On sait que le glacier du Rhône sort d'un vallon latéral de la vallée principale qui débute à la Gratschlucht; il y entre en formant la cataracte de glace et la Coquille qui, en temps de grand allongement, barre le lit du Muttbach. Sur l'épreuve de la carte au 1 : 5000 que l'ingénieur L. Held a préparée en 1896 pour le rapport sur les travaux de mensuration du glacier du Rhône, nous pouvons constater que le ravin creusé par la cataracte n'est pas de cent mètres en retraite sur le talus général de la vallée. Ce serait la mesure de l'action d'érosion dans ce point, où, il est vrai, la roche est dure, un granit très compact. Mais c'est un chenal qui a été parcouru par le glacier depuis que des glaciers existent sur les Alpes, sans interruption, depuis les débuts de l'époque glaciaire quaternaire; l'érosion glaciaire a dû y agir avec une intensité relativement forte, car c'est sur un lit non vertical, mais assez incliné (pente d'environ 0.5)[1], où la moraine

[1] Il y a lieu de tenir compte ici de l'observation très juste de E. de Martonne (*Comptes rendus Acad. Sc. Paris*, CL 135. 1910). La pression de la glace sur le sol est proportionnelle au cosinus de la pente; l'érosion glaciaire diminue de ce fait avec l'inclinaison des escaliers ou gradins de la section longitudinale. Mais la pente sur laquelle descend la cataracte du glacier du Rhône est loin d'être verticale. En 1874, la pente moyenne de la surface de la glace, le long de cette cataracte, était de 0.4; en 1904, où le front du glacier s'arrêtait au pied de la paroi rocheuse et où la pente de surface était certainement plus forte que celle du fond, elle ne dépassait pas 0.6. Dans ces conditions, l'érosion doit être encore très efficace.

profonde n'a pas pu s'accumuler en formant couche protectrice et où la vitesse d'écoulement est très rapide. L'effet de creusement que nous avons constaté est étonnamment faible.

Un autre argument contre une intensité trop grande qu'on puisse attribuer à l'érosion glaciaire, c'est la persistance des escaliers rocheux sur le lit de la plupart de nos glaciers, escaliers reconnaissables par les exagérations de la pente superficielle dans la section longitudinale. Sans parler des barres rocheuses qui ont subsisté dans quelques-unes des vallées parcourues jadis par les glaciers diluviens, le Kirchet de Meiringen, la barre de Salvan, la barre de S-Maurice, etc., et qui n'ont pas été abrasées par le frottement glaciaire, pourtant fort efficace dans les conditions locales, la structure en paliers limités par des gradins à forte pente est caractéristique chez les glaciers alpins. Elle me semble incompatible avec une puissance très grande de l'action d'érosion du glacier. L'érosion glaciaire, infiniment prolongée, doit amener, par abrasion des escaliers saillants sur le plafond et aussi des promontoires latéraux des détroits, à une vallée de pente continue et de largeur uniforme. Si, en action depuis l'origine de l'envahissement des hauts-vallons des Alpes par les glaciers, elle n'est pas arrivée à ce résultat de régularisation complète de la vallée, c'est qu'elle n'est pas très puissamment efficace.

Le courant glaciaire, emportant une masse semi-solide, ne présente pas les tourbillons verticaux qui sont très actifs dans l'érosion fluviatile et dans l'érosion aérienne. Nous n'avons donc pas à en parler ici.

Outre l'attaque mécanique par la lime du glacier incrusté de sable, nos confrères S. Finsterwalder et Ed. Blümcke ont étudié un autre procédé d'attaque qu'ils cherchent dans la désagrégation thermique[1]. Ils admettent des variations plus ou moins brusques de la pression sur le fond du glacier, amenant des variations dans la température de fusion de la glace. On sait, en effet, que sous l'action de la pression, la température de la glace fondante varie, et s'abaisse de 0.0075° par atmosphère de surpression[2]. La même glace, au contact de la moraine profonde, varie légèrement de température, alternativement dans un sens et dans un autre; elle passe donc alternativement de l'état de glace solide à l'état de glace fondante. De même l'eau qui imbibe la moraine profonde passe alternativement de l'état solide à l'état liquide. Si elle s'est infiltrée dans quelque fissure de la roche encaissante, tantôt elle se dilate à l'état de glace, tantôt elle se contracte à l'état d'eau liquide. Ces alternatives doivent amener la désagrégation des pierres et par conséquent une attaque des murailles rocheuses qui s'effriteraient, comme le font les rochers des montagnes sous l'action des variations thermiques et hygrométriques de l'atmosphère.

Je n'ai pas d'argument de principe[3] à opposer à

[1] Blümcke u. Finsterwalder. Zur Frage der Gletschererosion. *Sitzber d. k. bayer. Akad. der Wiss.*, XX, 435. 1890. — H. Hess. *Die Gletscher*, p. 185. Braunschweig. 1904.

[2] Voyez le n° IV de ces Etudes glaciaires. Hagenbach et Forel. La température de la glace dans l'intérieur du glacier. *Archives* XXI, p. 5 et s. Genève, 1889.

[3] J'admets bien que la même masse de glace au fond du glacier est soumise, dans son voyage, à des variations de pression. Mais pour la moraine profonde, je ne vois cependant pas com-

cette théorie. Mais je ne trouve dans mes souvenirs aucune observation directe qui l'appuie. Les roches caressées par le glacier présentent, partout où je les ai vues, des traces de l'usure par frottement; je n'ai constaté nulle part une désagrégation que je puisse attribuer à une action de variation thermique subglaciaire. Je me rappelle entre autres l'admirable conservation et intégrité des roches polies par les anciens glaciers, la Helle-Platte de la Handeck, les calcaires du Jura de Soleure et du pays de Neuchâtel, et encore, ce qui est plus démonstratif, la mollasse de la plaine suisse, là où ils ont été protégés par de la terre végétale ou de l'alluvion contre les agents atmosphériques. Je citerai aussi les galets de la moraine profonde devant le front des glaciers actuels; ils ne présentent pas de traces évidentes d'une désagrégation comme celle que l'hypothèse suppose.

B. *Transport des produits de l'alluvion glaciaire.* — Les matériaux triturés et désagrégés par l'érosion glaciaire sont enlevés et charriés, au près et au loin, par le torrent. C'est lui le grand agent de transport de la moraine profonde.

La moraine profonde est un mélange complexe dans sa nature. Elle renferme, en effet, d'une part des blocs, des galets, des graviers et des sables, soit des matériaux dissociés de volume appréciable; d'autre part, du limon fin, poussières impalpables qui forment des couches d'argile plus ou moins plastique ou mar-

ment ces variations s'y feraient sentir, car l'épaisseur du glacier reste toujours la même dans la même section transversale, tant que le débit du fleuve de glace ne change pas.

neuse suivant la composition pétrographique de la vallée.

C'est aussi un mélange complexe dans sa provenance. Elle contient : d'une part, les apports des moraines superficielles, d'érosion subaérienne qui, par les crevasses ou par éboulement le long des talus, ont glissé sous le glacier — ce sont des blocs plus ou moins roulés, des galets et des sables et aussi la poussière impalpable résultant de la trituration et de la désagrégation de ces matériaux grossiers ; — d'autre part, le produit de l'érosion glaciaire que nous venons d'analyser.

L'étude de la moraine profonde des glaciers actuels comme des glaciers diluviens me donne la conviction que la grande majorité des matériaux qui la composent provient des moraines superficielles, que les produits de l'érosion glaciaire n'y jouent un rôle que très subordonné. Affaire d'impression, me dira-t-on, soumise par conséquent aux erreurs du préjugé — je l'avoue — mais impression très nette et que je crois sûre.

Quoiqu'il en soit, sous le glacier le torrent transporte de l'alluvion grossière, qui roule sur le sol, et de l'alluvion impalpable en suspension dans l'eau.

Pour l'*alluvion grossière*, son transport ne peut se faire que sur une pente continue ; sitôt que la pente décroît, la faculté de charriage de l'eau courante diminue ; elle devient nulle là où la pente est faible ; elle serait impossible si le torrent avait à traverser un lac dans lequel tous les graviers et les sables se déposeraient. Donc, même en admettant, ce que je conteste, que, logé dans une cuvette, le glacier arriverait encore en contact avec les roches encaissantes et les éroderait

en les désagrégeant en fragments de volume appréciable, cette alluvion grossière ne pourrait être enlevée par le torrent ; elle s'accumulerait sur place ; elle formerait une couche de plus en plus épaisse qui s'opposerait à toute attaque ultérieure des roches encaissantes. La cuvette cesserait de s'approfondir.

Seule l'*alluvion impalpable*, en suspension dans l'eau torrentielle, peut continuer à être transportée, même si le torrent diminue d'impétuosité sur une pente plus faible ; nous voyons, en été, le Rhône du Valais laiteux encore à son entrée dans le Léman, l'Arve laiteuse à sa jonction avec le Rhône de Genève. Nous pouvons même admettre que ce transport se continue au travers du bassin d'un lac, si celui-ci n'est pas trop grand (Daubensee, lac Mattmark). Supposons que le glacier soit établi dans une cuvette à contre-pente, que les eaux de fusion circulent d'une crevasse à l'autre dans ce lac sous-glaciaire pour s'écouler par-dessus la digue terminale ; l'émissaire de ce lac pourrait être encore trouble et charrier de l'alluvion impalpable ; ce serait encore du « lait glaciaire » *(Gletscher-Milch)*. Il pourrait y avoir ainsi un certain transport des produits de l'érosion glaciaire.

Analysons le lait glaciaire et apprenons par l'observation sa signification. Il n'est pas le produit immédiat et direct de l'érosion glaciaire, comme on le suppose généralement ; il n'est qu'un produit remanié. Surveillons, en effet, le torrent glaciaire aux diverses heures de sa variation journalière, causée par la valeur variable de l'ablation dans la période diurne-nocturne. Tant que, dans les heures de l'après-midi, le débit du ruisseau augmente, tant qu'il y a crue, les

eaux sont de plus en plus troubles, leur couleur, leur opacité laiteuse s'accentue, leur transport d'alluvion impalpable s'accroît. Mais sitôt que dans les heures de la soirée la décrue arrive, les eaux s'éclaircissent et deviennent de moins en moins chargées ; leur transport d'alluvion décroît, il est presque nul dans la matinée. Qu'est-à-dire ? Cela signifie que cette alluvion impalpable n'est pas essentielle à l'eau qui s'égoutte du glacier ; que cette eau de fusion n'est pas en elle-même chargée de poussières extra-fines capables de rester en suspension dans le liquide. Cette alluvion impalpable, qui est captée par le torrent en crue, a été déposée la veille quand le torrent était en décrue ; la faculté de transport diminuant, il a laissé tomber sur son lit les poussières qu'il n'était plus capable de charrier ; celles-ci ont formé une couche de vase ou de limon qui ne sera reprise par le ruisseau que lorsque, augmentant de nouveau son débit, il accroîtra sa puissance d'érosion de charriage. C'est le même phénomène que nous constatons dans nos rivières de plaine. A égalité de débit, la charge d'alluvion des eaux s'exagère quand le courant est en crue, elle diminue quand il y a décrue. Le lait glaciaire n'est donc pas quelque chose de spécial au glacier : son apparition est le phénomène banal de toute rivière à débit variable.

On est étonné, par un beau jour d'été, de voir le torrent glaciaire tout trouble, charrier une eau grise ou blanche, chargée d'une alluvion impalpable en suspension, pendant que les autres ruisseaux de la vallée, ceux des pâturages ou des forêts, sont parfaitement limpides... et l'on attribue l'origine de cette

turbidité au travail érosif du glacier qui produirait le *Gletscher-Milch*. On néglige ainsi le fait que le torrent glaciaire est en ce moment en débit maximal, par conséquent en action maximale d'érosion fluviatile, comme l'était peu de jours auparavant, par un temps de pluie, le torrent du pâturage, lui aussi alors parfaitement trouble. La différence de limpidité vient du passage à l'état de crue ou de décrue ; elle n'est pas essentielle au torrent glaciaire en opposition au torrent de pâturage.

Donc, le lait glaciaire n'est pas le produit direct de l'érosion du glacier sur les parois encaissantes ; il est la prise en suspension d'une alluvion impalpable déposée sous le glacier, et la désagrégation des falaises du lit du torrent glaciaire. Sous le glacier, le ravin du torrent glaciaire présente par places des bancs de limon déposé pendant la décrue de la veille ; les eaux en crue attaquent les berges de ces couches de vase, les délitent, les emportent et vont les charrier jusqu'au lieu où un repos relatif les fera déposer à nouveau. Donc, la présence du lait glaciaire dans l'eau du torrent est simplement la preuve de l'augmentation de la faculté de transport de ce ruisseau, et nullement l'indice d'une attaque directe des roches par l'érosion[1] ; elle est le résultat de la démolition d'un îlot de limon de la moraine profonde.

Dans un lit torrentiel sous-glaciaire à forte pente, où le débit de l'eau est sans cesse variable et devient

[1] En hiver, alors que le glacier continue à se mouvoir, et par conséquent n'interrompt pas son travail d'érosion, le torrent glaciaire, très réduit dans son débit, est parfaitement limpide. L'eau d'écoulement du glacier n'est donc pas du *Gletscher-Milch*.

parfois impétueux, le transport de l'alluvion impalpable peut être considérable ; si la pente diminue, il devient plus faible et des couches de limon s'établissent dans la moraine profonde ; si la pente s'annule ou se change en contre-pente, de telle sorte qu'il s'y forme un lac hypothétique sous-glaciaire, le transport s'annule aussi et l'alluvion impalpable se dépose définitivement sur le sol. Ce ne serait qu'en des points exceptionnels, là où un canal de circulation sous-glaciaire, rétréci par les saillies des blocs de glace en mouvement, présenterait une accélération violente du courant de l'eau, que l'alluvion déposée antérieurement pourrait être reprise par le torrent et transportée au loin sous forme de lait glaciaire. Je ne nie pas la possibilité d'une telle action, mais son efficacité doit être très locale et très restreinte ; je lui concède seulement une valeur minime et je ne puis chercher en elle la faculté de transport des 89 milliards de mètres cubes que représente le creux actuel du Léman.

Je puis invoquer, en faveur de ces notions, le seul cas à moi connu où il y ait probabilité d'un lac sous-glaciaire dans les Alpes : le glacier de Puntaiglas, qui descend des Piz Urlaun et Piz Frisal pour s'écouler dans le Rhin antérieur à Trons. Voici la description de Heim[1] : « Le torrent du glacier de Puntaiglas, la Ferrera, présente certaines particularités curieuses et non encore expliquées. Il transporte ordinairement une eau limpide plus claire que celle des autres torrents glaciaires ; son eau n'est pas laiteuse, ce n'est pas du *Gletscher-Milch*. Son régime est beaucoup plus régulier que celui des autres torrents ; il croît très peu

[1] A. Heim. Mechanismus der Gebirgsbildung I. 267.

en temps de pluie, tandis que ses voisins causent souvent des ravages terribles. Mais, par contre, la Ferrera présente chaque année une crue extraordinaire au milieu de la saison chaude, en général dans la seconde moitié de juillet. Cette crue est subite et dure vingt-quatre heures, au plus deux jours. Dans les douze premières heures, le torrent croît progressivement et charrie des galets et des blocs de plus en plus gros; puis il décroît et revient à son débit normal. Mais l'eau reste trouble encore pendant plusieurs jours... On peut se demander si le glacier, dont la surface est plate, ne passerait pas sur le bassin d'un lac ; les eaux de ce torrent s'y clarifieraient et le lac, comme tant d'autres lacs visibles sur les flancs des glaciers, s'évacuerait périodiquement. » Quand le lac sous-glaciaire de Puntaiglas a son écoulement régulier par-dessus son barrage de rochers et de glaces, l'eau est limpide et ne charrie pas d'alluvion ; l'eau ne se trouble que lorsque la rupture de la digue ayant eu lieu, une grande masse torrentueuse lave le lit inférieur du glacier ; mais alors l'alluvion qui salit cette eau ne vient pas de la moraine profonde du lac sous le glacier. C'est ainsi que l'alluvion qui blanchit la Massa lors des écoulements périodiques du lac Merjelen, sur le côté du glacier d'Aletsch, n'est pas la vase déposée au fond du lac glaciaire depuis son évacuation précédente ; quand le lac s'écoule, son eau n'est pas troublée par l'écoulement lui-même ; elle ne se charge d'alluvion qu'en délavant le lit du glacier, en aval.

A côté du transport par le torrent glaciaire que nous voyons inefficace pour creuser la cuvette des grands

lacs subalpins, les matériaux détachés du sol par le frottement du glacier ne pourraient-ils pas être transportés par le glacier lui-même ?

Etudions d'abord le *transport par la poussée du glacier*. Le glacier glisse sur son lit en pressant sur la moraine profonde ; il doit entraîner dans ce cheminement tout ou partie de ces couches mobiles. Telle est la thèse que soutiennent les excavationnistes.

C'est admissible, en quelque peu. Mais dans quelles proportions ? Quelle est l'efficacité d'une telle action ?

Ce transport par entraînement du glacier frottant sur la moraine profonde, nous ne le voyons pas, d'observation directe. Quand nous pénétrons sous le glacier, soit en descendant sous ses bords, soit en rampant sous sa langue terminale, soit en cheminant dans les galeries des torrents sous-glaciaires, nous voyons le glacier reposer par quelques points sur le sol caillouteux, le comprimer, le bousculer un peu dans son avancement, mais non l'entraîner en masse ; une charrue qui trace son sillon entame le sol, mais ne le transporte pas, Que dans ces déplacements de matériaux par les parties saillantes de la face inférieure du glacier il y ait un léger charriage d'amont en aval, c'est vrai. Mais cette action est minime et d'importance infime.

En serait-il autrement sous le corps même du glacier, lorsqu'au lieu des langues terminales et des bords peu épais et de pression faible, nous aurions à considérer les grandes épaisseurs de la masse même du glacier, de centaines de mètres dans nos glaciers alpins actuels, de milliers peut-être dans l'Inlandsis du Grönland ou dans les anciens glaciers quaternaires ? La pression y

est énorme et toute puissante ; elle doit refouler la glace sur toutes les inégalités du sol, qui est certainement écrasé sous le poids de la masse surmontante. Plus d'espaces libres dans lesquels on puisse ramper ; tout au plus les galeries du torrent glaciaire maintenues béantes par la circulation d'une eau légèrement plus chaude que zéro degré. Le glacier frotte par toute sa face inférieure sur la moraine profonde et il doit tendre à l'entraîner. Il est bien admissible que la couche supérieure des cailloux, galets, sables et limons subisse de ce fait un déplacement dans le même sens que le corps mobile qui chemine sur elle. Mais cette moraine profonde n'adhère pas au corps du glacier ; cet entraînement n'est donc que temporaire et partiel. Mais cette moraine profonde n'est pas une masse compacte, cohérente, qui subirait des mouvements d'ensemble si une de ses parties était déplacée ; ses matériaux, discrets et mobiles, roulant les uns sur les autres, ne s'attirent pas les uns les autres. Le cheminement de la moraine profonde sous la pression du glacier qui l'opprime doit être limité à une couche peu épaisse, et son action dans le transport vers l'aval des détritus du glacier doit être de valeur faible.

Mais, dira-t-on, la moraine profonde est imbibée d'eau et cette eau est congelée, tout au moins en hiver ou dans la région supérieure en altitude à l'isotherme de zéro degré ; par conséquent elle forme une masse solide qui doit adhérer au glacier et cheminer avec lui. A cela je réponds : la glace interstitielle est fragile et sa ténacité ne résisterait pas aux tractions, distensions, distorsions causées par la pression énorme qui la travaille.

Que la pression du glacier en mouvement déforme les couches de la moraine profonde, c'est ce que l'observation des sables et argiles glaciaires a montré à tous les géologues; chacun d'eux peut citer des exemples de couches tourmentées, où la régularité des dépôts primitivement horizontaux a été troublée. Mais ces déformations n'impliquent point un transport à distance; le déplacement horizontal est de valeur insignifiante.

Le charriage de la moraine profonde par entraînement du glacier qui s'écoule à son contact avec elle est donc d'action très faible dans la vallée inclinée où nous voyons nos glaciers actuels. Il n'y a pas de raison pour lui attribuer une plus forte activité sur la plaine horizontale où s'étale un *Piedmont glacier*, suivant la terminologie de nos confrères américains. Il y a encore moins de probabilité à ce que cette action soit plus puissante si, en admettant l'hypothèse excavationniste, le glacier s'était creusé une cuvette, avec rampe aval en contrepente; l'approfondissement de la cuvette ne pourrait pas, semble-t-il, se perfectionner et s'aggraver par ce mécanisme, d'efficacité évidemment médiocre.

Epuisons de notre mieux les possibilités de transport des matériaux détritiques produits par le glacier, et considérons le *refoulement de la moraine profonde*.

Dans la moraine profonde des glaciers actuels, et plus encore dans celle des glaciers diluviens étalés sur des plaines peu inclinées, on trouve des bancs, des couches souvent assez étendues d'argile plastique, plus ou moins caillouteuse; c'est le dépôt de l'alluvion impalpable charriée par le torrent glaciaire qui s'est

reposé dans sa course. Cette argile, plastique à l'état humide, est malléable et l'on peut admettre que, sous la pression du corps du glacier, elle soit refoulée latéralement, dans toutes les directions où elle trouverait une issue libre, et cela même en remontant contre la pesanteur ; en s'échappant elle laisserait à sa place un creux, une cuvette. Je n'ai pas d'observation directe de masses d'argile glaciaire refoulées ainsi. soit sur les côtés, soit au-devant du front des glaciers actuels ; dans les terrains erratiques diluviens, je vois ces couches d'argile restées en place en des lieux où la pression du glacier devait être énorme. J'admets cependant la possibilité du phénomène. Mais cela justifierait-il l'hypothèse excavationniste ? Peut-être, en partie, si la moraine profonde n'était formée que d'argile plastique, et si elle consistait uniquement dans la fine poussière détachée du sol encaissant par le frottement du glacier fonctionnant comme une lime ; si encore les matériaux grossiers, sables, galets et blocs amenés par les torrents latéraux ou tombés des moraines superficielles par la voie des crevasses béantes étaient réduits entièrement en alluvion impalpable par les frottements interstitiels qu'ils subissent ; si c'était quelque chose d'analogue à la couche de vase d'un fond de lac. Mais cette argile plastique, capable d'être refoulée par compression, ne représente qu'une faible partie des couches de la moraine profonde ; la plus grande partie de celle-ci consiste en des sables, graviers et galets qui ne sont ni fluides, ni semi-fluides, et qui ne peuvent être déplacés par cette action.

Le glacier pourrait-il, comme le disent certains auteurs, *s'incorporer les pierres de la moraine profonde* et les transporter lui-même sous forme d'une « moraine inférieure » ? Je ne le crois pas.

On désigne sous le nom de moraine inférieure une couche de quelques mètres d'épaisseur, occupant les strates les plus basses du glacier, un béton de pierres enchâssées dans la glace. Ce béton serait formé, ou bien par la capture de cailloux et de sables de la moraine profonde dans la masse plastique du glacier, ou bien par la production de couches de glace de nouvelle congélation s'appliquant à la face inférieure du glacier et enrobant des cailloux pris dans la moraine profonde. Etudions d'abord le mécanisme de l'une et de l'autre action.

On suppose que le glacier, corps plastique se mouvant sur les pierres libres et non adhérentes de la moraine profonde, les absorberait comme le fait une boule de cire roulée sur une table saupoudrée de sable. Cela ne paraît pas impossible. Mais une telle prise d'une pierre par la lame inférieure du glacier ne peut être qu'un fait de surface ; la pierre ne peut s'élever dans l'épaisseur du glacier ; aucune force ne saurait la faire remonter ; la pesanteur tend au contraire à la faire descendre dans la masse moins dense de la glace[1],

On a supposé, d'autre part, que de nouvelles couches de glace pourraient s'ajouter à la face inférieure du glacier par formation d'une espèce de givre qui serait capable d'envelopper des corps étrangers,

[1] *Cf.* F.-A. Forel. Note sur les pierres enchâssées dans la glace du glacier. *Bulletin S. V. S. N.*, X, 673. Lausanne, 1871.

des pierres provenant de la moraine profonde. A cela j'objecterai :

a) Ce givre devrait consister en des cristaux prismatiques, à axe parallèle, normal à la surface du glacier, analogues à ceux de glace nouvelle qui se forme dans les trous méridiens du glacier ou dans des crevasses remplies d'eau ; cette couche de glace de nouvelle formation différerait donc totalement de la masse même du glacier, formée de grains à axe de direction quelconque, et à forme quelconque aussi ; elle se reconnaîtrait immédiatement à la face inférieure du glacier.

b) Ce givre ne saurait capturer des corps étrangers massifs et lourds comme des pierres ; il se déposerait entre la glace et la pierre, mais n'envelopperait pas la pierre pour la lier à la masse de la glace.

Donc, théoriquement, je ne comprends pas la possibilité de la formation d'une moraine inférieure telle que les auteurs la décrivent. Il y a bien cependant une *moraine inférieure*, en ce sens que les couches les plus basses du glacier renferment parfois des pierres en plus grand nombre que les couches moyennes qui leur sont superposées. Mais elles proviennent non pas de la moraine profonde, mais de l'encadrement rocheux du cirque du névé, à l'origine du bassin de réception du glacier ; ces roches, en parois souvent très inclinées, sont soumises à l'effritement des agents atmosphériques et s'éboulent sur le haut névé dans lequel leurs débris pénètrent par l'ouverture béante de la rimaie ; ces débris font dans la couche profonde des glaciers tout le long voyage qui les amènera au front terminal, le seul

point où cette moraine inférieure est visible à notre observation.

Donc, si j'admets la capture par enchâssement superficiel de quelques pierres enlevées par la glace plastique sur le sol disloqué de la moraine profonde, je ne puis comprendre par ce procédé la formation d'une moraine inférieure de plusieurs mètres d'épaisseur.

Pour que les pierres ainsi capturées par la lame inférieure du glacier pénétrassent à une certaine hauteur dans le corps de celui-ci, il faudrait que, dans son écoulement, la glace présentât des tourbillons à axe horizontal, comme ceux que l'on admet dans la veine liquide du fond des rivières d'eau. Ces tourbillons, je ne les conçois pas dans la masse semi-solide du glacier et je n'en ai nulle part reconnu l'indice.

Ajoutons que si ce mécanisme de l'introduction de la moraine profonde dans le corps même du glacier, où elle formerait la moraine inférieure, était réel, il se reproduirait toujours et partout et l'on en retrouverait l'existence évidente dans tous les glaciers, ce qui n'est certainement pas le cas.

En réalité, mon expérience assez étendue des excursions sous le glacier m'a montré que la couche inférieure du glacier est relativement propre, de la glace pure ne renfermant que très peu de cailloux et de sables, guère plus que les couches moyennes du glacier. Il n'y a pas d'indice de capture du matériel de la moraine profonde, ni par la pénétration dans la masse même du glacier, corps plastique, ni par l'adjonction de couches de nouvelle congélation à la face inférieure du glacier. Si parfois un caillou est saisi

par le glacier en mouvement et s'enchâsse pour un temps à sa surface, il ne remonte pas de bas en haut dans la masse de la glace, il reste à sa surface inférieure et s'en détache au premier accident favorable.

Dans les quelques cas, rares, où l'on trouve des débris rocheux accumulés dans les couches profondes du glacier, s'ils n'ont pas leur origine dans la rimaie, ils proviennent évidemment des moraines superficielles. Voici ce que j'écrivais, en 1887, à propos de la grotte d'Arolla, qui m'a permis d'étudier le fond du glacier sur une longueur de 250 mètres[1] : « Dans toute la grotte la glace est très propre, limpide, aucunement mélangée de graviers ou de pierres. Au contact avec le sol, on n'y voit pas de pénétration des débris de la moraine profonde ; la glace est pure et sans mélange jusqu'à sa base. En un point seulement, la glace est salie. Dans une partie de la galerie sèche, une crevasse, aujourd'hui fermée, a reçu les débris de la moraine superficielle. Elle se dessine sur le toit de la galerie qu'elle suit sur une longueur d'une quarantaine de mètres et est reconnaissable à la couleur noire de la glace et aux cailloux, blocs et sables qui y sont enchâssés. Un bloc de plus d'un mètre cube de volume était soutenu, en 1886, à un mètre au-dessus du sol ».

L'opinion que je combats ici me semble être le résultat d'une erreur d'interprétation. On a été trompé par certaines couches de graviers et de sables qui apparaissent par places sur le front de quelques glaciers (Rhône, Findelen, etc.). Mais j'ai bien constaté que ces graviers ne sont qu'une couche strictement superficielle ; en grattant, en lavant cette couche, on

[1] F.-A. Forel. Etudes glaciaires II. *Archives* XVII, p. 500. Genève, 1887.

découvre au-dessous la glace noire, comme sous le revêtement de sable d'un cône de la surface du glacier. Je les tiens pour l'étalement à la surface du front du glacier d'un tas de sable accumulé au fond d'une crevasse où il a été amené par le puits vertical terminal d'un des ruisselets de la surface, tas de sable qui a été étendu horizontalement par le chevauchement des couches glaciaires les unes sur les autres. J'ai étudié soigneusement ce détail et je puis affirmer qu'il n'y a point là la moraine inférieure des auteurs, capture de la moraine profonde.

J'avais cependant, je l'avoue, été ébranlé par les affirmations très précises d'E. de Drygalski, et en particulier par les planches et descriptions de son grand rapport sur le Grönland, pl. 27 et 28, f. 33, p. 104 ss, 320 ss du tome Ier, qui semblent fort démonstratives. Je ne connais pas les glaciers du Grönland et ne veux pas critiquer les observations de mon savant confrère et ami. Mais je dois dire que l'étude que j'ai faite du phénomène aux glaciers du Rhône (1870-71), d'Arolla (1886-1887), Hochjoch (février 1901), et encore, l'année dernière, aux glaciers de Findelen, d'Argentières, des Bossons, du Trient, que j'ai visités spécialement à cet effet, m'a convaincu de la non-existence, dans nos glaciers des Alpes, de la moraine inférieure telle que l'admettent les excavationnistes. Si le mur frontal du glacier est souvent sali par les débris épandus à sa surface et semble renfermer une moraine emprisonnée dans la glace, dans l'intérieur même du glacier, il n'y a pas l'enchâssement de pierres que réclame l'hypothèse de l'incorporation de la moraine de fond dans les couches inférieures du glacier.

Une seule fois j'avais cru trouver un fait positif en faveur de l'hypothèse que je combats ici. Sur le front du glacier des Bossons (septembre 1909), cinq pierres enchâssées dans la glace à quelque 80 cm. au-dessus du fond du glacier formaient une bande noire qui ressemblait frappamment aux dessins de Drygalski; mais en étudiant avec attention la structure même de la glace, je reconnus qu'au-dessous de ces pierres, le grain du glacier était le même qu'au-dessus; il n'y avait pas formation de nouvelle glace; les pierres enchâssées étaient arrivées là d'en haut et non d'en bas, ou bien elles provenaient de la rimaie.

Puisque j'invoque les faits d'observation des glaciers actuels, qu'il me soit permis de rappeler que, dans la période moderne d'extrême réduction de la plupart des glaciers de nos Alpes, l'on n'a pu signaler nulle part, dans la plaine mise à nu par le raccourcissement du glacier, l'existence du plus petit bassin en contre-pente d'un lac sous-glaciaire. Partout, sans exception, on voit le plan de la moraine profonde remonter en amont en pente continue. Cela est constatable même dans les lieux où l'excavation glaciaire hypothétique devrait avoir eu son efficacité maximale, au pied des parois où la chute du glacier est la plus active, où la pression des glaces accumulées est la plus puissante.

Le visiteur qui s'arrêtera devant le glacier du Rhône de nos jours et qui constatera qu'en bas de la cataracte de glace de 450 mètres de hauteur (dix fois la hauteur des chutes du Niagara), par conséquent dans les conditions les plus favorables pour l'excavation glaciaire, on n'aperçoit pas le plus faible indice d'un

bassin creusé dans la moraine profonde, comprendra la haute signification de cet argument décisif.

Je me résume :

L'attaque mécanique des roches encaissantes par l'érosion glaciaire est incontestable. Mais elle n'agit que là où la moraine profonde ne forme qu'une couche très mince. Sitôt que la moraine profonde a acquis une certaine épaisseur, l'attaque cesse complètement.

L'attaque thermique, due aux variations de température résultant des variations de pression, doit être de peu d'efficacité ; je n'en ai jamais reconnu les traces.

Le transport des matériaux d'usure ou de désagrégation dus à l'érosion glaciaire a lieu :

A. Par le torrent glaciaire :

a) sous forme d'alluvion grossière : ce transport ne peut avoir lieu que sur une pente continue ; sitôt qu'il y a contrepente il est arrêté.

b) sous forme d'alluvion impalpable ; ce transport pourrait agir encore dans un lac sous-glaciaire, mais sa valeur serait extrêmement faible.

B. Par le glacier lui-même :

a) transport par enchâssement de quelques pierres à la face inférieure du glacier. Possible, mais d'efficacité infime.

b) transport sous la forme d'une moraine inférieure. Je ne crois pas qu'elle existe, en tant que résultat de l'incorporation de la moraine profonde.

c) transport par entraînement des couches supérieures de la moraine profonde. Efficacité très faible.

d) transport par refoulement de la moraine profonde, couche d'argile plastique. Efficacité douteuse.

Je ne vois pas là les éléments de creusement des

vastes bassins des lacs subalpins, comme l'admettent nos confrères les excavationnistes. Je regrette beaucoup de ne pouvoir me ranger sous leur drapeau, car l'hypothèse simplifierait admirablement la compréhension des faits géographiques. Je ne puis me résoudre à faire violence à mes observations dans les glaciers actuels.

Mais, me dira-t-on, vous admettez ici et là certaines actions d'érosion et de transport ; quoique vous les estimiez d'activité minime, elles arriveraient à creuser des cuvettes avec contrepente sur le lit des glaciers, véritables cuvettes de lacs, si vous leur accordiez le temps nécessaire. Le géologue dispose de durées infinies ; le temps nécessaire vous est fourni.

Cela, je ne puis l'accepter. Les époques géologiques sont de durée inconnue, imprécise, indéterminée, indéfinie. Mais l'indéfini et l'infini sont choses différentes. Donnons des siècles, des centaines de siècles à la période glaciaire, bien ! Mais elle a commencé un jour et son histoire s'est déroulée dans une série d'années de longueur à nous inconnue, mais qui, indéfinie, n'a pas l'énormité de l'infini. Nous n'avons pas à notre service pour expliquer l'action du creusement une action faible, agissant pendant un temps infiniment grand, par conséquent de produit infiniment grand aussi.

Une action très faible, répétée pendant un temps très long, donnera un effet médiocrement grand.

Ce qu'il s'agit d'expliquer, c'est le creusement de bassins de milliards de mètres cubes de volume. Ils ne sont pas médiocrement grands, mais très grands.

Quoique érosionniste, je ne suis pas excavationniste glaciaire.

Morges, le 20 mai 1910.

LES SEICHES DU LAC DE GARDE

PAR

Francesco VERCELLI

(Avec les planches VIII et IX)

I. La Société italienne de physique accepta volontiers la proposition faite par M. Vito Volterra au Congrès de 1898, d'étudier les *seiches* sur nos lacs à l'instar de ce qui a été fait sur quelques lacs étrangers et en particulier sur celui de Genève par M. Forel.

Sur le conseil de M. Chistoni on décida de commencer ces études par le lac de Garde, où le phénomène avait dès longtemps été remarqué et était désigné dans le dialecte du pays par le mot *sesa* qui fut ensuite italianisé en *sessa*.

La préparation et l'installation des instruments nécessaires à l'étude expérimentale des seiches furent confiées à M. Roiti, alors président de la Société de physique, joint à M. Chistoni qui, grâce à la coopération de l'Institut géographique militaire et d'autres instituts scientifiques, pût créer, d'abord une station limnographique à Salò, puis deux autres à Desenzano (1901) et Toscolano (1903). En même temps le prof. Pernter de l'Université de Vienne, directeur du Bureau central de météorologie de l'empire d'Autriche faisait installer, à la demande de M. Chistoni, un limnographe Sarasin à l'extrémité nord du lac, à Riva.

Comme nous n'avions pas d'observations préliminaires relatives à la position des nœuds, aucun limnographe ne fut installé en ces points là; en sorte que nous n'avons, à l'heure qu'il est, pas d'observations se rapportant aux lignes nodales. La station de Toscolano, et surtout celle de Salò ne seraient pas très éloignées du nœud de l'uninodale, ainsi que cela résulte du calcul, mais les diagrammes qu'on y a obtenus ne sont pas suffisants pour fixer la position de ce point; même la station de Salò, soit par sa position défavorable ou par l'imperfection des instruments, n'a fourni que peu de diagrammes utilisables dans le peu de temps qui a précédé sa destruction, produite par le tremblement de terre de 1903. Nous avons donc du nous borner à la détermination des *périodes* et des *amplitudes*; le Dr J. Valentin en fit une étude préliminaire en 1903, se servant pour cela des diagrammes obtenus à Riva [1] et le Dr Teglio en 1905 d'après les diagrammes de Desenzano, Toscolano et Salò [2]. Nous aurons l'occasion de parler dans les paragraphes suivants des résultats auxquels ils sont arrivés.

II. Nous n'en sommes plus réduits maintenant, comme précédemment, à nous borner dans l'étude des seiches à la simple observation et à l'expérience : nous pouvons par le calcul seul, basé sur les dimensions connues du lac, déterminer toutes les propriétés caractéristiques des seiches. Les observations diligentes et exactes du Prof. Forel ont fourni la base sur

[1] J. Valentin. Ueber die stehenden Seespiegelschwankungen in Riva am Gardasee. *Sitzungsber. Ak. Wien*, 1903.

[2] Teglio. Le sesse nel lago di Garda. *Acc. Lincei* 1905.

laquelle toutes les théories des seiches doivent être posées : « le mouvement oscillatoire que nous observons dans les bassins de petites dimensions se manifeste aussi dans les grands bassins des lacs ; ce sont ces mouvements qui constituent le phénomène appelé seiche ». A son tour le calcul, précisant le résultat que l'expérience contrôle et confirme ensuite, vient vérifier l'exactitude de l'hypothèse vraiment hardie prise comme base, qui équivaut à admettre une concordance absolue du mouvement dans toutes les particules de la masse d'eau, lesquelles ayant cependant des orbites différentes en longueur et en direction (on remarque que ces orbites sont rectilignes) prennent pourtant exactement le même temps pour les parcourir et sont toujours dans la même phase. Cette concordance de mouvement dans des particules distantes entre elles de quelques centimètres ou de quelques mètres est merveilleuse, et presque incroyable quoique indubitablement vraie quand on la constate entre des particules d'eau situées sur les rives opposées d'un lac et distantes de dizaines ou de centaines de kilomètres. Le principal mérite de M. Forel fut d'avoir établi la vraie nature des seiches.

Les caractéristiques des oscillations des lacs, périodes, amplitudes, nœuds, ventres, etc., sont des fonctions de tant d'éléments que leur détermination théorique en est singulièrement compliquée. On connaît les formules déjà vieilles, de Mérian et de Guthrie :

$$T = \frac{2l}{\sqrt{gh}}, \qquad T = 2\sqrt{\frac{\pi l}{g}}$$

formules valables pour les ondes stationnaires dans des

bassins de forme parallélipipède, de longueur l, et de profondeur h. Mais il est évident que de telles formules, dont les premiers expérimentateurs se sont souvent servis, ne peuvent être appliquées aux lacs, puisque la forme de ceux-ci est généralement très différente de celle qu'on présuppose et que la profondeur h est une quantité variable entre un point et un autre.

On connaît aussi la théorie publiée par P. Du Boys en 1891 et qui peut être considérée dans l'ordre chronologique comme la première théorie des seiches puisqu'il y est tenu compte pour la première fois des changements de profondeur.

Je rappellerai ici le raisonnement de Du Boys : [1] Le mouvement oscillatoire peut être comparé à celui de la propagation d'une onde ayant une longueur double de celle du bassin et enfermée dans celui-ci de telle façon que les deux extrémités de l'onde, après avoir été réfléchies par les parois terminales, se réunissent et cheminent ensemble. Alors dans toutes les parties du bassin deux points de l'onde interfèrent toujours entre eux puisqu'ils marchent dans des sens opposés.

La demi-période du mouvement oscillatoire, c'est-à-dire le temps dans lequel l'onde monte et descend en un point du bassin, est égal au temps employé par le sommet de l'onde pour parcourir la longueur l du bassin. La vitesse ω de propagation de l'onde est, pour celles de peu de hauteur, $\omega = \sqrt{gh}$, ainsi si s est l'abscisse d'un point à partir de l'extrémité du bassin on peut écrire :

[1] P. Du Boys. Essai théorique sur les seiches. *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 1891, t. XXV, p. 628.

$$t = \int_o^l \frac{ds}{\omega} = \int_o^l \frac{ds}{\sqrt{gh}}$$

où h (profondeur) est fonction de s.

Cette dernière formule peut être appliquée à des bassins à fond irrégulier en divisant le profil en sections de longueur s_i leurs extrémités correspondant aux profondeurs h_i et h_{i+1} et le profil du fond peut être assimilé à un filet, la valeur de t prendra alors la forme :

$$t = \frac{2}{\sqrt{g}} \sum_i \frac{s_i}{\sqrt{h_i} + \sqrt{h_{i+1}}}$$

Il est cependant évident que cette formule, par les hypothèses simplificatives qu'elle présuppose et par le fait qu'elle ne tient compte que des variations de profondeur le long du profil rectifié du lac et pas des autres dimensions, ne peut être qu'une formule d'approximation. Les positions des nœuds peuvent aussi être déterminées par la formule de Du Boys si l'on observe que le nœud se trouve au point où aboutirait une onde qui, partant d'une extrémité, aurait une durée égale à la moitié de celle qu'elle emploierait à parcourir le lac entier.

Mais la contribution la plus importante à l'étude mathématique des seiches fut apportée par le prof. G. Chrystal d'Edimbourg, qui, se basant uniquement sur les principes de mécanique, sut créer une théorie des seiches qui tient compte de toutes les dimensions et assure pouvoir, par le calcul seul, déterminer exactement tous les caractères des seiches d'un lac.

Cette théorie hydrodynamique est amplement expo-

sée dans les mémoires originaux de Chrystal [1], il en fait aussi l'application à la détermination des périodes et des nœuds des lacs écossais Earn et Treig. Une courte exposition de cette méthode a été faite dans les *Archives* par M. R. de Saussure [2], ce n'est donc pas le cas de la répéter ici.

Dans l'application, faite par l'auteur a l'étude des lacs Earn et Treig les résultats du calcul concordent assez bien avec ceux fournis par l'observation directe, mais ces lacs sont de petites dimensions et de forme très régulière ; il était donc intéressant d'appliquer cette même méthode à d'autres, plus grands et de forme moins régulière.

Sur l'initiative du prof. Carlo Somigliana qui me donna encouragement et conseil, j'entrepris l'étude théorique des seiches du lac de Garde en suivant la méthode de Chrystal, mais en tenant compte aussi des autres théories, pour voir jusqu'à quel point elles s'accordent avec l'observation.

Dans un mémoire [3], publié par les soins de la commission déléguée par l'Institut R. Lombard des sciences et des lettres pour l'étude des seiches des grands lacs lombards, j'ai longuement exposé les calculs et les résultats obtenus; j'ai repris les conclusions auxquelles j'étais arrivé par l'analyse directe faite sur les nombreux limnogrammes obtenus jusqu'ici et je les ai comparés avec les valeurs calculées. Je ne peux pas donner ici les calculs extrêmement longs et compli-

[1] G. Chrystal. On the hydrodynamical theory of seiches, *Trans. of the R. S. of Edinburgh*, 1905, vol. XLI, p. 599 à 824.

[2] R. de Saussure. *Archives des sc. phys. et nat.* 1906, t. XXII, p. 513.

[3] Fr. Vercelli. La teorie idrodinamiche delle sesse, etc. *Mem. R. Ist. Lomb. di S. e L.*, 1909, vol. XXI.

qués que j'ai dû faire ; je me bornerai à exposer les résultats en les comparant aux données expérimentales.

Pour appliquer la méthode de Chrystal, il faut tout d'abord construire la « courbe normale » du lac. Les ordonnées seront données par le produit $A(x)b(x)=\sigma$ des areas des sections de la courbe transversale pour leurs largeurs superficielles, et les abscisses par les intégrales $v = \int b(x)dx$, c'est-à-dire des areas de zones superficielles comprises entre les limites d'une section déterminée et chacune des autres. Les quantités $A(x)$, $b(x)$, etc. furent déterminées d'après la carte bathimétrique publiée par le département hydrographique de la marine royale.

Il faut ensuite substituer à la courbe normale, généralement irrégulière, une courbe mathématique qui s'en rapproche autant que possible ; dans le cas du lac de Garde j'ai choisi une courbe biparabolique. On fait alors le calcul selon la méthode de Chrystal.

La méthode de Du Boys exige au contraire très peu de calculs et la formule ci-dessus exprime clairement son mode d'application.

III. J'ai dit déjà qu'une première analyse des limnogrammes du lac de Garde avait été faite par J. Valentin et le Dr Teglio. Leurs conclusions sont assez concordantes en ce qui concerne les durées T_1 et T_2 des périodes des seiches uninodales et binodales ; tous deux trouvent T_1 compris entre 42,5′ et 43′ et T_2 près de 22,6′ ; ils constatent cependant l'existence de seiches d'un plus grand nombre de nœuds sans pourtant atteindre à des résultats uniformes quant à leur

période. Tous deux sont d'accord pour affirmer l'existence d'une seiche spéciale d'une durée d'environ 30′; celle-ci aurait une période égale aux $^2/_3$ de l'uninodale et serait une de ces seiches que Forel nomma *seiches à la cinquième harmonique* (do : sol $= {}^2/_3$). Mais l'existence de ces seiches n'est plus admise, celles qui étaient auparavant désignées ainsi furent reconnues être des binodales ou même des oscillations des bassins secondaires du lac.

Dans le cas du lac de Garde, le calcul donne $T_2 =$ 22,9′ ; donc si les seiches ayant une période de 30′ étaient des binodales il y aurait une grande divergence entre le calcul et l'observation, tandis qu'il y a au contraire un accord suffisant pour la période uninodale puisque le calcul donne $T_1 =$ 41,3′ et l'observation $T_1 =$ 42,3′,

Dans les analyses de limnogrammes que j'ai pu faire après les avoir calculés je me préoccupai surtout d'examiner ces seiches spéciales ; mais je les cherchai en vain entre les kilomètres de diagrammes que j'avais à ma disposition tandis que j'y rencontrai constamment des oscillations ayant la période caractéristique de 42,3′ et 22,6′. Il ne me fut possible de trouver que quatre courts tracés où il semblait y avoir une période de 29′ environ, ces diagrammes n'ont pourtant pas la forme sinusoïdale caractéristique des seiches simples et je ne pus pas non plus me rendre compte si elles étaient éventuellement la résultante d'ondes simples superposées.

L'ensemble des observations faites par l'analyse des limnogrammes peut se résumer ainsi :

1° *Limnogrammes de Desenzano et Toscolano :*

a) Les courbes limnographiques sont presque tou-

jours *dicrotes* et résultent de la superposition de deux ondes ayant des périodes respectivement de 42,3′ (uninodale) et 22,6′ (binodale). Ces seiches dicrotes ont pour la plupart l'aspect qu'on observe dans la Pl. VIII, fig. 1 ; ce sont les seiches ordinaires et caractéristiques du lac de Garde ; elles ont lieu quelquefois par longues séries.

b) On ne trouve jamais de seiches *uninodales pures*, tandis qu'il y a souvent des *binodales* qui le sont presque parfaitement (Pl. VIII, fig. 3 et 4).

c) Les seiches dicrotes (T_1 et T_2 superposées) se combinent souvent avec d'autres d'ordre supérieur, le plus habituellement de période 9′ (Pl. VIII, fig. 2), mais aussi de 12,2′; 10,1′; 7,3′; 6,3′; etc. L'analyse des courbes complexes résultant de la superposition de ces différentes périodes peut se faire cependant par éliminations successives, comme le montre la planche IX.

2° *Diagrammes de Salò*. Le petit nombre de diagrammes utilisables a en général l'aspect d'ondes dicrotes dont les composantes ont une période de 22,6′ et 12,5′, l'onde de période inférieure prédominant souvent. On y observe aussi des ondes à période de 15,7′. Il n'y a aucune trace d'ondes uninodales (et il doit en être ainsi puisque Salò est près du nœud de l'uninodale) ni d'ondes de 29′ (tandis que si c'étaient des binodales elles devraient prédominer).

Dans le tableau suivant j'ai mis en regard les résul-

		T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8
Valeurs observées ...		42,3	22,6	15,7	12,2	10,1	9,0	7,3	6,3
Valeurs calculées avec la formule de	Chrystal...	41,3	22,9	16,1	12,5	10,2	8,6	7,4	6,5
	Du Boys...	55,5	27,7	18,5					
	Merian....	49,3							

tats du calcul et ceux fournis par l'analyse des diagrammes.

Si l'on considère que la forme du lac de Garde est très irrégulière, qu'il y manque une ligne de profondeur maxima unique (Wegthal) qui puisse être adoptée comme axe longitudinal du lac ; que les nombreux golfes, rochers, îlots, les côtes marécageuses et particulièrement la très longue barrière sous lacustre qui s'étend de la péninsule de Sermione jusqu'à San Vigilio, doivent certainement modifier et compliquer le phénomène ; que la supposition d'une courbe normale biparabolique n'est qu'une approximation en gros ; et enfin qu'on n'a pas toujours pu vérifier dans tous les tracés du lac les restrictions que suppose la théorie ; quand on considère tout cela dis-je, on est surpris de la coïncidence entre les données expérimentales et les résultats théoriques.

Serait-ce un hasard ? L'illustre Chrystal le réfute, quand, après avoir comparé le calcul fait par lui-même et Maclagan Wedderburn sur les lacs Earn et Treig il trouve la même analogie.

Il observe qu'on ne pourra donner une réponse satisfaisante à cette demande que lorsque la théorie aura été vérifiée pour beaucoup d'autres lacs et que les données expérimentales seront appuyées par de nombreuses observations. Mais le fait que, soit dans le cas des lacs Earn et Treig, petits et réguliers, soit dans celui d'un lac grand et irrégulier comme le nôtre, on trouve toujours un accord si satisfaisant, est certainement une raison de conclure que c'est à l'exactitude de la méthode de Chrystal que cela doit être attribué.

Etudiant maintenant les périodes calculées par la

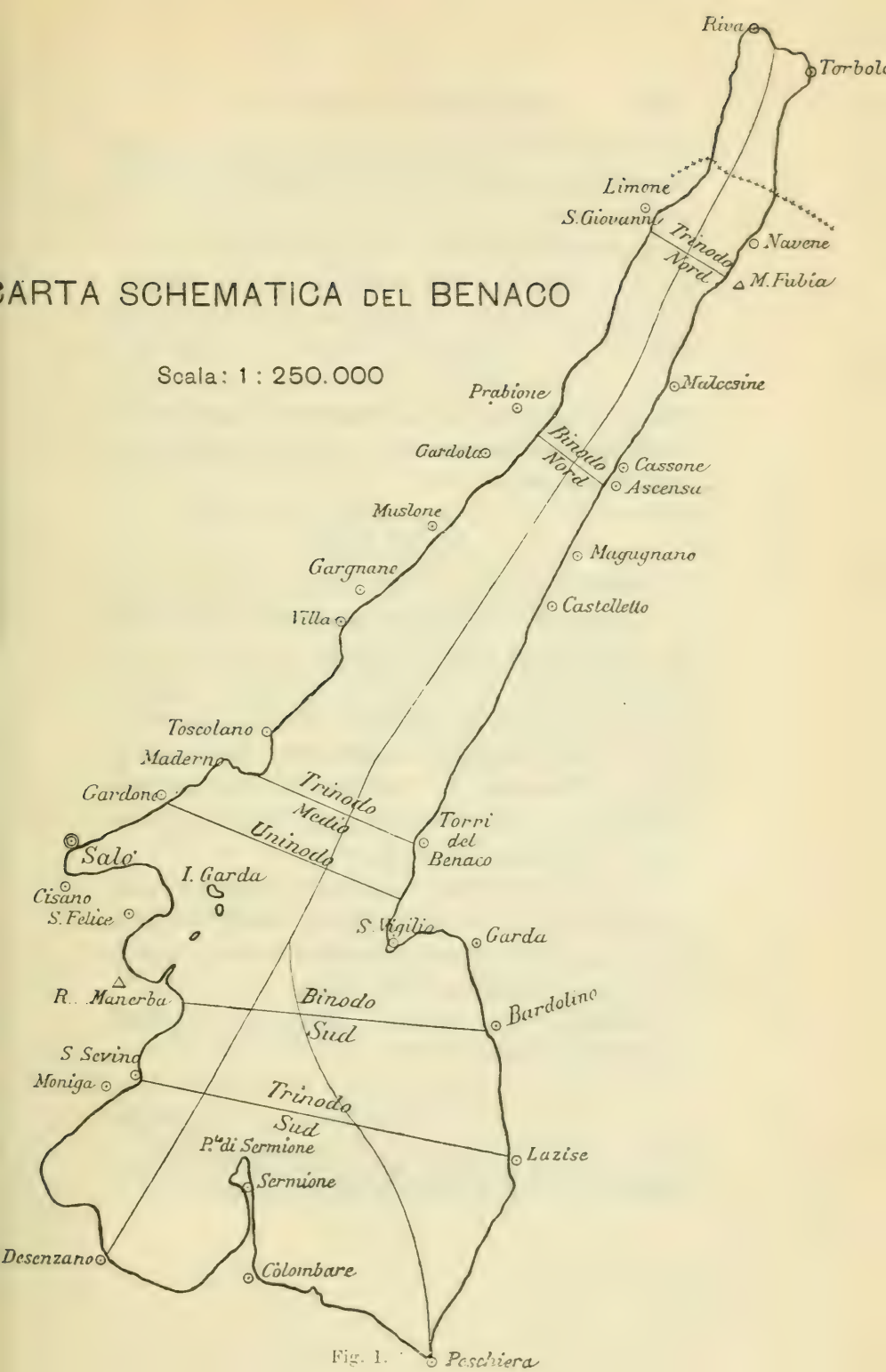

CARTA SCHEMATICA DEL BENACO
Scala: 1 : 250.000
Riva
Torbole
Limone
S. Giovanni
Trinodo Nord
Navene
M. Fubia
Malcesine
Prabione
Binodo Nord
Gardola
Cassone
Ascensu
Muslone
Magugnano
Gargnano
Castellello
Villa
Toscolano
Maderno
Gardone
Trinodo Medio
Torri del Benaco
Salo'
Uninodo
I. Garda
Cisano
S. Felice
S. Vigilio
Garda
R. Manerba
Binodo Sud
Bardolino
S. Sevino
Moniga
Trinodo Sud
P.to di Sermione
Lazise
Sermione
Desenzano
Colombare
Peschiera

Fig. 1.

règle de Du Boys (3e ligne du tableau) on voit qu'elles sont très supérieures aux valeurs données par l'observation. Ainsi T_1 dépasse de 13′ la valeur expérimentale correspondante ; T_2 et T_3 bien que s'en rapprochant davantage sont cependant toujours notablement plus grands. Ce résultat était probable puisque Chrystal avait déjà démontré [1] que la loi de Du Boys doit nécessairement donner des valeurs *plus grandes* que la réalité quand on l'applique à des lacs concaves et *plus petites* pour les lacs convexes. Du reste la formule de Du Boys :

$$T_1 = 2\int \frac{dl}{\sqrt{gh}}$$

ne tient aucun compte de la surface ni de la grandeur des sections et cela fait supposer qu'elle ne peut avoir une signification physique définie. Et si, dans quelques cas, comme par exemple pour le lac de Genève, elle donne de meilleurs résultats, cela doit venir de ce que la courbe normale de ces lacs est telle que les erreurs se compensent à mesure et plus près de la vérité que les bases théoriques trop vagues de la formule ne peuvent le faire supposer.

Dans le lac de Garde, comme en général dans tous, la forme concave prédomine dans la couche normale, c'est pourquoi les périodes calculées selon la règle de Du Boys sont au-dessus de la réalité.

Tandis que Chrystal trouve pour un bassin parabolique et symétrique :

$$T_1 = \frac{\pi l}{\sqrt{2gh}}$$

[1] Some further results on mathematical theory of seiches. *Proceedings of the R. S. of Edinburgh*; XXV, p. 643.

la loi de Du Boys donnerait $\left(a = \frac{l}{2}\right)$

$$T'_1 = \frac{2}{\sqrt{gh}} \int_{-a}^{a} \frac{adx}{\sqrt{a^2 - \pi^2}} = \frac{\pi l}{gh}$$

le rapport des deux périodes ainsi calculées serait :

$$T'_1 : T_1 = \sqrt{2} = 1{,}414.$$

On peut donc conclure que la formule de Du Boys doit être considérée comme une *formule empirique* qui peut cependant donner dans certains cas de bonnes approximations. Elle a un grand intérêt historique puisque comme nous l'avons déjà dit, elle représente le premier essai réussi pour soumettre au calcul les phénomènes très compliqués des seiches.

Quant aux valeurs obtenues par la formule de Merian, il suffit de rappeler que cette formule qui contient deux éléments peu définis l et h donne des résultats arbitrairement variables selon les hypothèses faites sur la grandeur de l ou de h. Ainsi, tandis qu'elle donne $T_1 = 49{,}3'$ si on prend pour l la longueur maxima du lac (54 km. de Riva à Peschiera) et pour h la profondeur moyenne (volume : superficie = 136) on obtient une valeur voisine de 43′ si, laissant le grand bassin oriental du lac on considère, comme d'autres l'ont fait, le bassin occidental seul, dans lequel la profondeur moyenne est beaucoup plus grande. Dans notre cas, comme dans celui de tous les lacs irréguliers, la formule de Merian *n'a pas de sens défini* et n'a qu'une approximation lointaine.

Comme conclusion on peut dire que, tandis que la formule de Merian et celle de Du Boys n'ont pas de

valeur physique définie, la méthode de Chrystal donne des résultats très approximatifs, surtout quand la courbe normale n'est pas trop irrégulière. L'application de cette méthode à d'autres lacs pourra établir d'une façon définitive les limites de l'approximation des valeurs calculées et l'influence qu'exercent les irrégularités du lac sur ces limites.

J'en viens maintenant aux positions nodales résultant du calcul, en avertissant que, n'ayant pu jusqu'ici les contrôler par l'expérience, je ne peux rien dire sur l'approximation fournie par le calcul. Les chiffres du tableau représentent les distances kilométriques, mesurées sur l'axe médian du lac en allant du nord au sud : on remarquera la faible divergence entre les valeurs obtenues par les deux méthodes de calcul.

	Uni-nodales	Binodales		Trinodales		
Abscisses nodales		Nord	Sud	Nord	Moyen	Sud
Calculées avec la méthode de Chrystal.....	35,2 Gardone Murette	17,2 Prabione Ascensa	44,2 Bardolino R.Manerba	9,5 M. Fubia S.Giovanni	33 Torri del Benaco Maderno	47 Lazise S. Sevino
Calculées avec la méthode de Du Boys.....	36,5	18,2	48,1	11,7	36,5	50,4

IV. Je donnerai ici quelques indications sur les *méthodes suivies pour l'analyse des limnogrammes.*

La déduction des périodes des différentes seiches d'un lac faite d'après les diagrammes obtenus en divers points et des conditions diverses, n'est pas un problème aussi simple qu'il le semble à première vue. Les diffé-

rentes méthodes employées en physique pour déterminer les harmoniques d'une onde complexe, ne sont pas directement applicables dans le cas des seiches puisqu'elles ne permettent que la détermination de l'amplitude des ondes composantes dont les périodes sont connues ou admises *a priori*. Ici au contraire ce sont ces périodes qui doivent être déterminées.

Si l'on ne trouvait dans les diagrammes qu'une seiche pure, il suffirait de mesurer le temps compris entre deux maxima ou deux minima et de le diviser par le nombre d'oscillations comprises entre eux. Mais cela n'arrive presque jamais dans les seiches du lac de Garde ni dans les autres, à moins que le limnographe ne soit pas installé à *proximité des lignes nodales*. Ainsi, si les observations sont faites au nœud des uninodales, celles-ci sont éliminées, si c'est au nœud des binodales ce sont elles et les oscillations qui en résultent deviennent parfaitement simples puisque les oscillations supérieures manquent ou ont une amplitude moindre. Pour le lac de Garde les observations de ce genre, qui seraient les plus *précises pour la détermination des périodes et des nœuds*, n'ont pas encore été faites.

Ce qu'on trouve généralement pour ce lac, ce sont des seiches dicrotes ou même plus complexes. Des différents systèmes qui pourraient servir à cet examen, celui que je trouvai le plus exact et aussi d'emploi le plus facile est la « Method of residuation » de G. Chrystal. L'équation du limnogramme d'une seiche composée est :

$$(1) \qquad y = A_1 \sin \frac{2\pi}{T_1}(t-\alpha_1) + A_2 \sin \frac{2\pi}{T_2}(t-\alpha_2) + \ldots$$

Construisons une autre courbe en déplaçant la (1) d'un segment T sur l'axe des t décroissantes et faisons la somme des ordonnées des deux courbes correspondantes à une même valeur de l'abscisse; ou, ce qui revient au même, déduisons de (1) une autre courbe en ajoutant à l'ordonnée de *chaque point, celle du point dont l'abscisse est τ par rapport au premier.* L'équation de la courbe résultante sera :

$$(2) \quad \eta = 2A_1 \cos\frac{\pi\tau}{T_1} \sin\frac{2\pi}{T_1}\left(t - \alpha_1 + \frac{\tau}{2}\right) + 2A_2 \cos\frac{\pi\tau}{T_2} \sin\frac{2\pi}{T_2}\left(t - \alpha_2 + \frac{\tau}{2}\right) + \ldots.$$

La courbe résultante (2) contient en général toutes les oscillations harmoniques de la courbe originelle; la phase de chaque onde composée est retardée également de $\frac{\tau}{2}$ et les amplitudes sont altérées dans des proportions diverses, c'est-à-dire respectivement aux rapports

$$2 \cos\frac{\pi\tau}{T_1} : 1, \quad 2 \cos\frac{\pi\tau}{T_2} : 1 \text{ ; etc.}$$

Si on fait $\tau = \frac{T_1}{2}$ la première harmonique de la courbe 2) disparaît et celle-ci se réduit à

$$(3) \quad \eta_1 = 2A_2 \cos\frac{\pi T_1}{2T_2} \sin\frac{2\pi}{T_2}\left(t - \alpha_2 + \frac{T_1}{4}\right) + \ldots.$$

La 3) s'appelle la *courbe réduite par rapport à la seiche de la période* T_1. On obtiendrait un résultat semblable en posant $\tau = \frac{T_2}{2}$, $\tau = \frac{T_3}{2}$ etc.

Pour avoir une valeur approximative T'_1 de T_1, il faut diviser l'intervalle entre deux maxima de la courbe par le nombre compris dans cet espace. Cette

valeur ne sera que d'une exactitude relative. Nous trouvons la courbe réduite par rapport à T'_1 ; celle-ci contiendra l'harmonique uninodale très réduite et donnera surtout la binodale.

Nous déterminons dans cette courbe une valeur pour T_2, qui est T_2'. Avec cette valeur nous trouvons la courbe réduite du diagramme originel par rapport à T_2'. Il en résultera une courbe dans laquelle l'harmonique binodale sera presque absente et où en conséquence on pourra mieux apprécier la détermination de la période T_1. Nous appelons T_1'' cette dernière valeur.

En réduisant de nouveau le diagramme originel par rapport à T_1'' nous obtenons une courbe où l'harmonique binodale sera presque pure et nous pourrons donner une meilleure détermination de T_2. On voit comment en suivant cette méthode on arrive à séparer les différentes ondes simples qui étaient combinées auparavant, ce qui permet de déterminer exactement la période; son application révèle même la présence de seiches qu'on pourrait difficilement observer autrement.

Dans le tableau ci-joint on voit l'exposé de la méthode et l'on se rend compte que si l'on connaît par le calcul la valeur des périodes, il suffit de *réduire* le diagramme une seule fois pour obtenir des courbes suffisamment simples pour déterminer assez exactement les périodes.

V. Il ne sera peut-être pas sans intérêt. en terminant cet aperçu, de rappeler quelles sont les idées modernes sur la *cause des seiches*, bien que je doive avoir

recours, non pas aux observations que nous avons faites au lac de Garde, mais aux études sur celles d'autres lacs et spécialement à celles faites par Chrystal dans le Loch Earn [1].

A part quelques causes purement accidentelles, comme inondations, tremblements de terre [2], etc; les observateurs sont d'accord pour reconnaître que les *seiches* doivent leur origine aux variations de la *pression barométrique* d'une durée (si elles sont transitoires) ou d'une période (si elles sont périodiques) rapprochées de la période de la seiche dont on s'occupe.

Dans ses expériences sur le lac Earn, Chrystal a trouvé que chaque variation du microbarogramme est accompagnée d'une variation analogue dans le limnogramme, cependant les amplitudes ne correspondent pas toujours parce qu'elles dépendent des conditions antérieures ; quand le microbarographe n'enregistre pas d'oscillations, il ne se produit pas de variations dans les diagrammes des seiches qui font alors défaut ou continuent leur mouvement rythmique.

L'observation des limnogrammes indique que les seiches se produisent tantôt *graduellement*, n'atteignant leur amplitude complète qu'après un certain nombre d'oscillations ; tantôt *subitement* arrivant à leur entier

[1] An investigation of the seiches of Loch Earn. *Transactions of the R. S. of Edinburgh*, 1908, vol. XLVI, p. 469.

[2] On a de remarquables exemples historiques de seiches d'origine sismique; cependant les oscillations sismiques ayant toujours des périodes très courtes, ne peuvent que dans des cas exceptionnels donner lieu aux oscillations limnologiques très lentes ; il y a bien des cas dans lesquels de fortes secousses de tremblements de terre n'exercent aucune influence sur les seiches des lacs.

développement en une ou deux oscillations. Parmi les causes qui peuvent donner subitement naissance à des seiches nous citerons les suivantes :

1. L'arrêt subit, sur toute la superficie du lac d'une dénivellation due au vent ou à une pression atmosphérique croissante le long du profil du lac.

2. Un changement atmosphérique imprévu, dû à une bourrasque locale sur un point quelconque du lac : les microbarographes indiquent de telles oscillations.

3. Le choc d'un coup de vent sur la surface du lac.

4. Des dénivellements rapides occasionnés par des inondations, de fortes pluies, etc.

Les causes qui produisent les *seiches graduelles* ou *seiches de résonance* sont en général :

1° L'action sur une partie de la surface du lac de petites fluctuations de la pression barométrique synchronique à une des périodes des seiches de ce lac.

2° Une action analogue de la pression ou de la rapidité du vent, ainsi qu'on peut le constater par les anémogrammes.

Il est intéressant de comparer les diagrammes obtenus simultanément avec les limnographes, les microbarographes et les anémographes et l'on peut déduire de cette comparaison tout ce qu'on sait jusqu'ici sur les seiches.

Pour vérifier l'exactitude des hypothèses actuelles sur l'origine des seiches, on a fait aussi beaucoup d'expériences de laboratoire. Le prof. Chrystal a de plus démontré mathématiquement que les variations de la pression barométrique sont suffisantes pour produire des seiches.

Le travail fait récemment à ce sujet par M. R. Emden est curieux aussi. Il calcula la quantité d'énergie dans une seiche déterminée et trouva pour le Starnbergersee (amplitude moyenne des oscillations égale à 25 mm.) une valeur moyenne de 546.000 kgr. : valeur vraiment assez faible si l'on pense que la combustion de un kg. de charbon peut fournir 3,392,000 kgr. d'énergie mécanique. Pour engendrer une seiche d'amplitude moyenne il suffirait donc de l'énergie produite par la combustion de 200 grammes de charbon !

Pour donner une telle énergie, une légère et courte (40 secondes) pluie, un faible et rapide mouvement du baromètre (0,5 mm), etc., seraient suffisants.

Il n'y a donc pas de raison de chercher d'autres causes spéciales pour expliquer l'origine des seiches.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

PENDANT LES MOIS DE

Mars, Avril et Mai 1910

(PRINTEMPS 1910)

OBSERVATIONS DIVERSES

Mars 1910

Brouillard. — *Brouillard une partie de la journée* : le 17 à Savatan; les 2, 13 et 16 à Dailly; les 2, 13, 16, 21 et 22 à l'Aiguille.

Neige sur le sol : du 1 au 4 et du 19 au 21 à Savatan; du 1 au 10, du 19 au 22 et le 31 à Dailly et à l'Aiguille.

Fœhn : les 10 et 11 aux quatre stations.

Avril 1910

Brouillard. — *Brouillard une partie de la journée* : les 3 et 20 à Savatan; les 6, 7, 25, 29 et 30 à Dailly, les 7, 8, 10, 16, 23, 25 et 30 à l'Aiguille.

Neige sur le sol : les 6 et 7 à Savatan; les 1, 4, du 7 au 11 et les 17, 18 et 27 à Dailly et à l'Aiguille.

Fœhn : le 12 aux deux stations inférieures; les 13 et 14 aux quatre stations.

Mai 1910

Brouillard. — *Brouillard une partie de la journée* : les 8, 11 et 30 à Dailly; les 3, 7 et 8 à l'Aiguille.

Neige sur le sol : les 1, 2, 3, 5, 9, 11 et 12 à Dailly et à l'Aiguille.

Fœhn : le 15 aux deux stations inférieures et le 19 aux quatre stations.

Orages les 22 et 28.

Légère secousse de tremblement de terre ressentie à Lavey le 26, à 7 h. 14 m. du matin

MOIS DE MARS 1910

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	707.0	659.0	+ 0.2	- 2.8	74	91	9	7	7	2.0	....	2.0	**4**	4.6	4	7.4	9
2	707.2	659 9	2.2	- 2.3	70	97	6	10	6	....	....	..	....	....	....	....	....
3	706.3	658.8	2.7	+ 0.2	73	71	1	2	1	...	....	....	....	....	....	....	....
4	704.4	657.9	2.1	1.6	73	40	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
5	705.0	658.8	5.0	1.4	38	23	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
6	708.3	661.8	4.2	0.8	**30**	**18**	1	1	2	....	....	....	....	....	....	....	....
7	709.1	662.9	4.0	2.4	36	22	3	3	1	....	...	....	....	....	....	....	....
8	**709.8**	**663.0**	5.5	3.1	35	21	0	0	0	....	....	....	...	....	....	....	....
9	707.6	662.0	7.0	4.6	32	20	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
10	704.3	658.6	9.1	5.0	31	22	5	3	5	....	....	....	....	....	....	....	....
11	701.0	656.0	10.2	5.5	32	27	8	8	9	....	...	....	....	....	....	....	....
12	702.3	656.7	8.1	4.8	61	53	7	5	8	....	....	....	....	....	....	....	....
13	702.2	656.1	6.1	3.5	75	69	9	6	9	....	....	....	....	....	....	....	....
14	702.4	656.7	8.1	6.5	47	28	5	7	7	....	....	....	....	....	....	....	....
15	701.4	656.0	**13.4**	**8.0**	34	23	3	5	2	....	....	....	....	....	....	....	....
16	704.5	658.0	6.2	2.8	79	79	10	10	10	....	....	....	....	0.5	....	0.9	....
17	704.8	658.4	6.4	2.6	68	79	5	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
18	697.1	651.0	+ 5.3	+ 2.6	66	58	8	10	9	9.2	....	9.8	....	10.9	6	8.2	8
19	**696.2**	**649.4**	- 0.6	- 3.2	**99**	100	10	10	10	**15.0**	....	**16.0**	1	**31.7**	**19**	**22.5**	**29**
20	698.8	651.7	+ 0.8	- 2.5	83	93	8	8	8	....	....	0.5	....	....	....	....	....
21	700.3	653.6	2.3	- 1.3	74	98	8	8	7	....	....	....	....	....	....	....	....
22	703.5	656.6	5.1	+ 0.1	64	80	6	9	9	....	....	....	....	....	....	....	....
23	706.5	659.7	4.1	0.9	62	67	0	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
24	707.0	660 6	4.4	0.7	52	52	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
25	705.9	659.0	4.8	1.3	59	58	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
26	706.0	659.6	4.7	1.7	68	72	2	2	3	....	...	....	....	....	....	....	....
27	706.9	660.0	5.3	2.1	62	55	8	8	7	....	....	....	....	....	....	....	....
28	708.3	662.0	7.7	4.4	58	59	1	2	3	....	....	....	....	....	....	....	....
29	708.1	662.3	5.4	+ 4.1	60	37	2	0	3	....	....	....	....	....	...	....	....
30	703.2	658.1	+ 3.3	- 1.3	68	77	6	10	7	....	....	....	....	1.2	1	2.4	4
31	698.8	651.8	**- 2.5**	**- 7.2**	64	78	9	9	10	0.2	....	1.0	1	2.7	6	3.6	7
MOIS	704.32	657.94	+ 4.86	+ 1.62	59	57	4.6	4.7	4.8	26.4	....	29.3	6	51.6	36	45.0	57

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1910

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade...	707.10	706 78	706.81	706.90	660.23	660.22	660.36	660.27
2me » ...	701 16	700.88	701.18	701.07	655.15	654.86	654.99	655.00
3me » ...	705.27	704.72	704.83	704.94	658.47	658.47	658.51	658.48
Mois..	704.53	704.14	704.29	704.32	657.97	657.87	657.97	657.94

Température.

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade...	+ 1.83	+ 6.70	+ 4.06	+ 4.20	+ 0.9	+ 8.3
2me » ...	4.56	8.34	6.34	6.41	3.3	10.0
3me » ...	1.67	7.13	3.36	4.05	0.5	8.7
Mois..	+ 2.65	+ 7.38	+ 4.55	+ 4.86	+ 1.5	+ 9.0
	Dailly					
1re décade..	- 0.78	+ 3.83	+ 1.18	+ 1.41	- 1.5	+ 5.6
2me » ...	+ 1.58	5.26	2.32	3.05	+ 0.2	6.7
3me » ...	- 1.12	2.47	0.15	0.50	- 2.1	4.1
Mois..	- 0.14	+ 3.81	+ 1.18	+ 1.62	- 1.2	+ 5.4

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	49	47	52	49	41	41	46	43
2me » ...	72	60	61	64	68	55	60	61
3me » ...	70	50	68	63	72	60	68	67
Mois..	64	52	61	59	61	52	58	57

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	3.2	3.1	1.3	2.5	3.1	3.3	1.4	2.6	2.8	2.7	1.1	2.2
2me » ...	7.8	7.4	6.9	7.4	8.4	7.5	6.0	7.3	6.9	8.1	7.7	7.6
3me » ...	3.3	4.5	3.9	3.9	4.2	4.5	4.4	4.4	3.4	5.6	4.7	4.6
Mois..	4.7	5.0	4.0	4.6	5.2	5.1	3.9	4.7	4.3	5.5	4.5	4.8

MOIS D'AVRIL 1910

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	701 0	654.4	+ 4.4	- 0.6	67	48	4	6	7	....	....	....	....	....	....	....	....
2	699.6	653.9	6.4	+ 5.1	60	25	3	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
3	696.8	651 0	6.6	2.5	62	53	8	9	8	12.0	....	11.2	....	11.3	7	13.4	10
4	696.5	650 5	3.7	0.1	62	67	4	7	5	....	....	....	....	....	....	....	....
5	696.8	651.0	5.8	1.9	50	55	4	5	6	....	....	....	....	....	....	....	....
6	697.5	651.3	3.1	+ 0.5	85	95	8	6	8	**21.0**	....	**18.0**	....	10.4	**12**	17.5	21
7	701.7	655.1	2.1	- 0.5	**97**	100	10	10	10	2.0	....	4.0	....	5.6	5	7.2	6
8	703.0	656.5	4.7	+ 0.9	73	91	5	10	6	2.0	....	1.4	....	2.6	1	2.7	2
9	698.7	652.6	4.7	+ 1.1	68	84	9	7	9	5.0	....	1.5	....	3.0	2	6.4	4
10	702.6	656 1	2.5	**- 0.9**	76	93	10	7	8	4.3	....	0.5	....	0.3	1	4.3	6
11	701.9	655.8	4.4	+ 1.2	60	65	0	2	3	....	....	....	....	....	....	....	....
12	697.5	653.5	10.6	6.9	36	22	7	8	9	....	....	....	....	....	....	....	....
13	694.2	650.3	12.5	8.3	33	28	6	7	3	....	....	....	....	....	....	....	....
14	**689.9**	**646.6**	**14.8**	**10.8**	**28**	**21**	7	5	6	2.0	....	1.0	....	2.2	....	2.1	....
15	693.2	647.7	9.4	5.3	72	76	6	7	7	2.6	....	2.2	....	2.6	....	2.8	....
16	695.3	649 3	3.5	+ 1.0	87	90	10	10	10	10.7	....	11.9	....	6.6	3	9.3	6
17	702.0	652.5	**1.4**	- 0.5	82	89	7	10	8	9.2	....	12.0	....	**27.6**	7	**24.6**	**28**
18	708.0	659.8	6.7	+ 2.6	52	54	3	2	5	....	....	....	....	....	....	....	....
19	**711.2**	**663.6**	9.1	6.5	55	43	5	6	5	0.2	....	0.5	....	0.1	....	1.9	....
20	710.6	663 4	8.9	6.9	88	84	7	8	9	3.5	...	4.2	....	3.7	....	5.7	....
21	709.1	662.5	12.3	8.1	62	84	7	9	7	....	....	....	....	....	....	....	....
22	703.9	657.9	10.2	6.9	68	72	6	5	6	7.1	....	6.0	....	8.2	....	6.3	....
23	702.1	655.8	8.7	4.8	65	71	7	5	5	....	....	....	....	0.9	....	2.6	....
24	696.6	652.0	9.0	7.2	61	60	6	5	5	6.2	....	8.7	....	6.6	....	4.3	....
25	697.9	652 5	6.7	4.1	82	75	10	9	10	1.4	....	2.2	....	1.4	....	1.1	....
26	701.0	654.7	6.7	2.5	76	93	10	10	8	7.2	....	7.1	....	6.5	1	5.4	2
27	704.4	658.5	6.9	3.0	48	47	1	2	3	....	....	....	....	....	....	....	....
28	702.9	657.6	9.2	7.4	48	29	5	4	5	....	....	....	....	....	....	....	....
29	702.3	656.8	7.7	4.3	78	82	10	9	10	4.5	....	5.2	....	5.7	....	4.4	....
30	702.7	656.5	+ 5.1	+ 1.2	77	95	10	10	10	0.3	....	2.7	....	2 1	1	3.4	2
Mois	700.69	654 65	+ 6.94	+ 3.62	65	66	6.5	6.8	6.7	101.2	....	100.3	....	107 4	40	125.4	87

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1910

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade...	699.27	699.12	699.90	699.43	653.08	653.21	653.41	653.24
2me » ...	700.10	699.93	701.10	700.38	654.07	654.02	654.68	654.26
3me » ...	702.38	701.85	702.61	702.28	656.48	656.41	656.53	656.47
Mois..	700.58	700.30	701.20	700.69	654.54	654.55	654.87	654.65

Température.

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade...	+ 3.32	+ 6.20	+ 3.68	+ 4.40	+ 1.3	+ 8.1
2me » ...	5.98	10.62	7.80	8.13	4.4	12.4
3me » ...	6.50	10.72	7.58	8.27	5.3	12.8
Mois..	+ 5.27	+ 9.18	+ 6.35	+ 6.94	+ 3.7	+11.1
	Dailly					
1re décade...	- 0.38	+ 2.83	+ 0.55	+ 1.00	- 2.0	+ 4.4
2me » ...	+ 2.97	7.03	4.69	4.90	+ 1.1	8.5
3me » ...	3.31	7.29	4.25	4.95	+ 2.0	8.7
Mois..	+ 1.97	+ 5.72	+ 3.16	+ 3.62	+ 0.4	+ 7.2

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	76	63	71	70	74	61	78	71
2me » ...	62	56	60	59	65	52	56	57
3me » ...	74	60	66	67	78	64	71	71
Mois..	71	59	66	65	72	59	68	66

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	6.6	7.8	5.2	6.5	6.6	8.1	6.5	7.1	7.7	8.3	5.2	7.1
2me » ...	5.8	6.4	5.5	5.9	6.7	6.7	6.2	6.5	6.6	5.7	6.8	6.4
3me » ...	6.4	6.8	8.3	7.2	6.7	6.4	7.7	6.9	6.8	6.6	6.9	6.8
Mois .	6.3	7.0	6.3	6.5	6.7	7.1	6.8	6.8	7.0	6.9	6.3	6.7

MOIS DE MAI 1910

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	703.1	656.7	+ 5.9	+ 1.2	57	73	8	10	9	....	....	....	....	....	....	....	....
2	700.0	653.5	2.5	- 0.8	87	87	9	10	10	10.3	....	7.5	....	10.9	**6**	13.0	**10**
3	700.0	653.9	5.0	- 0.1	71	85	7	8	7	0.3	....	....	....	0.2	....	0.1	....
4	699.9	654.1	4.8	+ 1.5	81	96	10	9	10	5.2	....	5.8	....	8.5	5	8.7	6
5	701.3	654.8	4.1	- 0.5	66	70	8	9	9	0.5	....	....	....	1.4	....	1.3	....
6	701.9	656.2	8.4	+ 6.3	64	63	5	5	8	0.4	....	0.2	....	0.8	....	1.0	....
7	701.4	655 4	8.4	6.1	79	82	10	8	10	**26.0**	....	**18.7**	....	15.6	....	14.5	....
8	697.5	651.4	3.3	+ 0.3	90	82	10	10	9	3.0	....	3.2	....	5.1	2	6.3	4
9	697.2	650.9	3.0	- 0.6	70	65	7	8	5	1.0	....	....	....	0.7	....	0.8	....
10	698.7	652.9	4.2	- 0.2	61	71	4	4	4	....	....	0.4	....	2.6	1	1 5	2
11	**696.3**	**649.7**	**2.1**	**- 1.1**	**98**	94	9	9	10	6.5	....	12.4	....	**16.7**	5	**16.9**	6
12	696 5	650.5	7.2	+ 3.8	46	43	4	3	4	....	....	....	....	....	....	....	....
13	702.7	656.5	9.8	6.6	53	40	1	4	2	....	....	....	....	....	....	....	....
14	700.5	655.2	11.8	8.5	47	35	1	3	3	....	....	....	....	....	....	....	....
15	697.9	653.6	14.5	9.9	32	29	1	1	2	....	....	....	....	....	....	....	....
16	697.4	653.4	16.1	12.1	32	22	3	3	2	....	....	....	....	....	....	....	....
17	698.9	653.8	15.9	12.4	49	32	5	5	5	....	....	....	....	....	....	....	....
18	699.0	654.7	14.2	12.8	70	55	8	8	10	....	....	....	....	....	....	....	....
19	696.7	652.6	**21.4**	**17.1**	**30**	**20**	6	6	6	....	....	....	....	....	....	....	....
20	698.1	654.0	19.2	15.8	36	23	3	4	7	....	....	....	....	....	....	....	....
21	701.7	657.5	16.7	13.4	64	65	3	5	5	8.6	....	7.9	....	9.3	....	9.0	....
22	701.2	656.7	15.3	12.5	73	70	8	8	7	....	....	....	....	0.3	....	0.4	....
23	699.4	655.0	11.7	8.9	86	83	10	10	10	5.0	....	3.7	....	6.1	....	5.8	....
24	700.8	656.2	12.3	9.4	83	78	9	10	9	....	....	....	....	....	....	....	....
25	702.6	657.8	14.1	10.8	66	76	5	5	7	....	....	....	....	....	....	....	....
26	**704.4**	**658.8**	13.6	9.8	79	**97**	8	9	10	2.2	....	3.5	....	4.8	....	4.2	....
27	703.4	658.3	12.3	9.6	75	74	8	9	9	....	....	....	....	0.6	....	1.0	....
28	702.3	657.5	14.2	11.9	65	64	4	7	9	....	....	....	....	0.7	....	0.5	....
29	701.5	656.2	15.1	12.4	54	61	3	4	5	....	....	....	....	....	....	....	....
30	700.6	655.4	12.1	8.9	75	80	8	7	9	....	....	0.6	....	0.1	....	0.2	....
31	700.2	655 6	+ 14.5	+10.1	63	73	3	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
MOIS	700.10	654.80	+ 10.77	+ 7.39	65	64	6.1	6.7	6.9	69.0	....	63.9	....	84.4	19	85.2	28

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1910

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade...	700.27	699.83	700 20	700.10	653.91	654.06	653.95	653.97
2me » ...	698.48	698.08	698.62	698.40	653 64	653.16	653.40	653 40
3me » ...	701.87	701.43	701.63	701.64	656.80	656.75	656.92	656 83
Mois..	700.26	699.84	700.20	700.10	654.85	654.73	654.83	654.80

Température.

	Savatan					
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
	°	°	°	°	°	°
1re décade ...	+ 3.28	+ 6.84	+ 4.74	+ 4.95	+ 1.7	+ 8.5
2e » ...	10.12	16.46	13.06	13.21	8 6	18.8
3e » ...	11.64	16.33	13.51	13.82	10.6	18.3
Mois..	+ 8.45	+13.31	+10.54	+10.77	+ 7.1	+15.3

	Dailly					
1re décade...	+ 0.12	+ 2.76	+ 1.11	+ 1.33	- 1.7	+ 4.2
2me » ...	7.33	12.46	9.62	9.80	+ 5.7	13.7
3me » ...	9.11	+12.40	10.57	10.69	8.1	13.8
Mois..	+ 5.64	+ 9.31	+ 7.21	+ 7.39	+ 4.2	+10.7

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	80	62	76	73	79	74	80	78
2me » ...	56	44	48	49	46	34	38	39
3me » ...	85	59	70	71	88	68	68	75
Mois..	74	55	65	65	74	59	62	64

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	6.9	8.0	8.4	7.8	7.7	8.3	8.3	8.1	7.5	9.4	7.6	8.2
2me » ...	4.3	5.1	3.3	4.2	5.3	4.4	4.2	4.6	4.9	6.0	4.3	5.1
3me » ...	7.3	6.0	5.8	6.4	7.9	7.2	6.5	7.2	8.0	6.9	7.7	7 5
Mois..	6.2	6.4	5.8	6.1	7.0	6 7	6.3	6.7	6.8	7.4	6.6	6 9

QUATRE-VINGT-TREIZIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

Réunie à Bâle du 4 au 7 septembre 1910 [1]

COMPTE RENDU DE LA SÉANCE

DE LA

SOCIÉTÉ SUISSE DE PHYSIQUE

le 6 septembre 1910

Président : M. le prof. DE KOWALSKI (Fribourg).
Secrétaire : M. le prof. H. VEILLON (Bâle).

Affaires administratives. — Rosselet. Notice biographique sur H. Dufour. — R. Bernoulli. Appareil à projections pour les ondes stationnaires. — Le même. Nouveau bolomètre à très grande sensibilité. — Aug. Hagenbach et H. Veillon. Sur les caractéristiques de l'arc du cuivre aux basses pressions. — J. de Kowalski. Sur quelques phénomènes qui accompagnent la décharge oscillante.

[1] En suite d'une décision arrêtée par *la Société helvétique des Sciences naturelles* dans son assemblée générale du 5 septembre, le Comité central est chargé dorénavant de la publication des *comptes rendus* des travaux présentés dans les réunions annuelles. La *Bibliothèque universelle* soit les *Archives*, qui avaient assumé cette tâche dès le jour où la *Société helvétique* fut fondée à Genève en 1815, ne publieront donc plus ces comptes rendus détaillés qui étaient ensuite distribués comme tirage à part à tous les membres, en même temps que le volume des *Actes* (*Verhandlungen*) de la Société. Ces deux publications seront à l'avenir réunies dans un seul volume sous ce dernier titre. Les *Archives*, organe des *Sociétés suisses de physique et de chimie*, ne donneront donc plus à l'avenir que les comptes rendus des travaux présentés dans les réunions bisannuelles de ces deux sections de la *Société helvétique des Sciences naturelles*. — *Réd.*

— W. König. Démonstration expérimentale simple de l'effet Thomson. — A.-L. Bernoulli. Compléments à l'étude expérimentale de la théorie des électrons pour les alliages.— A.- L. Bernoulli. Rapport empirique entre la série de Volta et les constantes optiques des métaux. — Pierre Weiss. Méthode directe de détermination du champ moléculaire. — P. Weiss et G. Foex. Sur les ferro-nickels. — J. de Kowalsky. Sur la phosphorescence de quelques corps organiques et sur l'influence de la température dans les phénomènes de luminescence. — De la Rive. Sur l'influence d'une accélération extérieure sur les oscillations d'un pendule et d'une lame électrique. — A. Rosselet. Recherches sur l'ionisation par les rayons ultraviolets et les rayons Rœntgen. — Paul-L. Mercanton. Allure du mouvement superficiel du glacier inférieur d'Arolla. — Paul-L. Mercanton. Effets de la convection et de la conduction thermique des gaz. — Raoul Gautier. Le retour de froid en juin. — Klingelfuss. Mesure de la dureté des rayons de Röntgen. — J.-Y. Buchanan. Action du rayonnement solaire sur la glace du glacier. — H. Baumhauer. Sur l'absorption et la réfraction de la lumière dans le cyanure double de platine. — A. Einstein. Sur les forces pondéromotrices qui agissent sur des conducteurs ferromagnétiques disposés dans un champ magnétique et parcourus par un courant. — H. Zickendraht. Appareil pour la démonstration des lois principales de la résistance de l'air. — C.-E. Guye et Mlle Karpowa. Sur l'aimantation en fonction de la fréquence.

Affaires administratives

M. P. Chappuis (Bâle), président sortant de charge, présente son rapport sur la marche de la Société pendant l'exercice écoulé.

La Société renouvelle son bureau comme suit : Président, M. le prof. de Kowalski (Fribourg); vice-président, M. le prof. P. Weiss (Zurich); secrétaire, M. le prof. H. Veillon (Bâle).

Communications scientifiques

M. Rosselet adresse à la Société une *notice biographique sur Henri Dufour*, le membre éminent qu'elle a perdu dans le courant de l'année. — Nous en extrayons les passages suivants :

Henri Dufour est né le 12 octobre 1852, à Morges. C'est là, sans doute, qu'il a ressenti ses premières émotions

scientifiques, en suivant les cours de Charles Dufour dont il a été, plus tard, l'un des plus distingués collègues; mais c'est aussi là qu'il rencontra déjà la maladie, avec laquelle il eut durant toute sa vie à soutenir de rudes combats dont il sortit maintes fois triomphant, grâce à sa force de volonté qui faisait l'admiration de tous ceux qui ont eu le privilège de le connaître.

Après avoir suivi les classes du collège de Morges, Henri Dufour vint à Lausanne où il fut successivement élève du Collège cantonal, de l'Ecole industrielle et du Gymnase mathématique.

Il obtint, en juillet 1872, le grade de bachelier ès-sciences; puis, voulant à la fois compléter ses étuder et se familiariser avec la langue allemande, il partit pour Zurich suivre les cours de l'Université et de l'Ecole polytechnique jusqu'à l'été de 1873, puis ceux de l'Université de Leipzig où il resta jusqu'en 1874.

Rentré au pays, il fut appelé à remplacer provisoirement, au Collège de Vevey, M. Oettli, auquel il succéda définitivement, en mars 1875.

Voulant compléter ses études, Henri Dufour obtint un congé pour aller à Paris suivre les cours de la Sorbonne et du Collège de France. Il y passa l'hiver de 1875-1876 et garda de son séjour dans cette ville un souvenir enthousiaste.

Il travailla, aux côtés de Mascart, dans le laboratoire de Physique du Collège de France. C'est là, à l'école de ce maître, qu'il prit le goût qui ne devait plus l'abandonner, des investigations dans le domaine de l'électricité.

En été 1876, il reprit ses leçons au Collège de Vevey, et fut chargé de donner à l'Académie de Lausanne un cours d'Electricité statique; puis, en 1877, la maladie étant venue briser prématurément la belle carrière de Louis Dufour, il fut, sur le conseil de son Maître, nommé professeur extraordinaire, et le 8 juillet 1879, professeur ordinaire de Physique, à la suite d'un concours, pour lequel il présenta ses: *Recherches sur quelques points relatifs aux mouvements des gaz dans les corps poreux.*

Ce n'est point sans appréhension qu'Henri Dufour devint le successeur de Louis Dufour; mieux que personne, il pouvait comprendre la grandeur de la nouvelle tâche qu'il allait accomplir; n'avait-il pas dit lui-même dans son discours d'installation : « Je sais qu'on peut succéder à M. Louis Dufour, mais qu'on ne le remplace pas. »

C'est donc profondément respectueux vis-à-vis de son prédécesseur, dont il se sentit toujours l'élève, et plein d'un ardent désir de suivre modestement ses traces, qu'Henri Dufour commença cette belle carrière du professorat qu'il devait parcourir avec tant d'amour et de distinction, l'envisageant un peu, ainsi que le célèbre chimiste J.-B. Dumas, comme une « mission sacrée ». Il ne ménagea ni ses forces, ni son temps pour donner à son enseignement toute l'ampleur et tout l'éclat qu'on lui connaît ; aussi ne tarda-t-il pas à être considéré comme le professeur modèle et sa réputation s'étendit bien vite au-delà des frontières de notre petit pays.

Chacune de ses leçons était soigneusement préparée, mûrement étudiée, et presque chaque année présentée différemment.

Les nombreux travaux publiés par Henri Dufour montrent que la besogne, accablante pour tout autre, à laquelle ses leçons l'obligeaient, n'est point parvenue à éteindre chez lui la passion des recherches. L'espace nous manque pour faire une analyse complète de tout le travail qu'il a accompli dans ce domaine si captivant; nous ne pouvons qu'en donner un aperçu très général.

Henri Dufour ne connut point le bonheur de posséder un laboratoire personnel ; ce n'est que très tard, soit l'année où il tomba malade, que l'on consentit à lui donner une chambre d'où il n'était pas nécessaire de déplacer les instruments chaque fois que les étudiants venaient suivre le laboratoire hebdomadaire. Malheureusement, il ne put en user, la maladie lui interdisant tout travail autre que celui nécessité par son cours.

Toutefois, Henri Dufour ne se découragea point, car il était de ceux qui savent faire beaucoup de choses avec

« rien » et sont heureux avec quelques fils de fer, quelques bouchons et de la ficelle, l'enthousiasme et l'amour de la science se chargeraient bien de faire le reste.

Les recherches d'Henri Dufour appartiennent soit à la météorologie, soit à la physique pure dont les diverses branches lui sont également redevables. Esprit ingénieux, il imagina divers appareils, tels que celui destiné à produire les figures de Lissajous, puis son *baromètre enregistreur*, son *thermomètre différentiel de démonstration*, et un *nouvel hydromètre à condensation*. L'instrumentation l'intéressait et c'est à son habileté dans ce domaine qu'il dut sa nomination comme membre du Jury aux expositions de Genève 1896 et Paris 1900.

Comme l'a dit un de ses biographes, «une intuition subtile le guidait dans ses recherches». Il trouva indépendamment de MM. Benoist, Hurmuzescu et Righi, *la ionisation par les rayons X*. Le travail où fut mentionnée cette découverte est encore important[1] par la conclusion à laquelle fut conduit son auteur : «les radiations actiniques qui émanent de la surface d'un tube de Crookes, dit-il, paraissent avoir une origine électrique », et cette idée trouva plus tard une confirmation éclatante par la célèbre et belle expérience de M. Jean Perrin.

Mentionnons encore son travail sur les *rayons secondaires* qu'émettent les corps exposés au rayonnement des substances radioactives, sa belle étude sur la *fluorescence invisible;* enfin ses recherches relatives à la *déperdition de l'électricité sous l'action des radiations lumineuses;* elles furent les dernières préoccupations de leur auteur.

Henri Dufour devait à Louis Dufour sa prédilection pour la météorologie ; il contribua puissamment à son développement par la création de l'Institut météorologique du Champ-de-l'Air, par son cours de météorologie tant apprécié, et l'organisation du service rural de prévision du temps, enfin par les travaux dont il a enrichi cette science.

Citons ses recherches climatologiques, ses études sur

[1] Observations sur les rayons Roentgen. *Arch. Sc. phys. et nat.* Février 1896.

les orages, la grêle, les arcs-en-ciel et l'électricité atmosphérique, puis ses relevés actinométriques. La Société Vaudoise des Sciences naturelles eut la primeur de tous ses travaux.

Malgré le temps que lui prenaient son enseignement et ses recherches, le professeur Dufour ne négligea jamais de répondre aux multiples questions d'ordre pratique pour lesquelles nombre de personnes tenaient à profiter de son expérience et de son grand savoir, notamment pour la pose des paratonnerres, l'éclairage artificiel ou naturel des locaux, et leurs procédés de chauffage; sa serviabilité était inépuisable; il ne craignait pas de se déplacer, si cela était nécessaire, lui dont le temps et la santé étaient si précieux.

L'activité d'Henri Dufour se manifestait encore par ses belles conférences qu'il donna dans les principales villes du canton et hors du canton, afin de communiquer à un cercle plus grand que celui de ses élèves, «un peu de l'amour qu'il avait pour sa science préférée». La salle était souvent trop petite pour contenir la foule pressée d'entendre la parole élégante du conférencier et de jouir de l'habileté de l'expérimentateur. Grâce à lui, le grand public a toujours été renseigné sur les importantes découvertes de portée pratique, tels que le téléphone, les rayons Roentgen, la télégraphie sans fil, etc.

Mentionnons encore sa conférence sur «les limites de la science», fort appréciée, où se révèlent les idées philosophiques d'Henri Dufour. Les rapports entre la Science et la Religion furent une de ses constantes préoccupations. Il craignait qu'on donnât à la première une importance exagérée et pensait avec M. Boutroux que «la science et la religion, loin de s'entre-détruire, s'unissent normalement pour donner à la vie humaine toute sa puissance et toute sa grandeur». H. Dufour en était une vivante confirmation.

H. Dufour fut encore directeur de l'Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air, membre de la commission fédérale de météorologie, de la commission scienti-

fique du Simplon, du jury des expositions de Genève 1896 et Paris 1900; il entra en 1874 dans la Société Vaudoise des Sciences naturelles et fut porté par deux fois à la présidence; il était membre de la Société helvétique des Sciences naturelles, puis, de 1895 à 1900, vice-président de son comité central, et aurait été chargé de présider sa séance annuelle en 1909, à Lausanne, si la maladie ne l'avait point empêché. Henri Dufour fut recteur de l'Université de Lausanne en 1887-1888. Il était membre honoraire de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, et siégea en 1884 dans le Conseil général de la Société française de Physique.

Tous ces témoignages de haute estime n'ont point altéré la bonté de son cœur, toujours il est resté le même, et dans sa modestie, cherchant vainement les causes du respect dont il se sentait enveloppé.

Ayant beaucoup souffert physiquement et moralement, Henri Dufour compatissait aux souffrances des autres avec la puissance et le succès que donne la douleur vaillamment supportée. Il aimait à s'occuper de ceux pour qui la vie est spécialement pénible: personne ne saura jamais toutes les misères qu'il a soulagées soit matériellement, avec cette bienveillance qui, venant de lui, vous prenait le cœur si facilement et vous réconfortait.

Le 7 février 1910, en quittant la laboratoire, il recommanda à son préparateur les expériences du lendemain. Ce jour-là, en se réveillant, il demanda l'heure; cinq heures venaient de sonner. «J'ai encore deux bonnes heures pour me reposer», dit-il; mais à peine avait-il prononcé ces mots, qu'il poussa un profond soupir; c'était la mort, qu'il n'avait jamais craint, quoiqu'elle fût depuis longtemps imminente, qui s'était emparée d'Henri Dufour en le faisant entrer dans le grand repos.

Le professeur Dufour est mort sans souffrances, au champ d'honneur, comme, sans doute, il l'eût souhaité; car, plus qu'à tout autre, l'inaction eût été pénible à celui qui fut toute sa vie un grand travailleur, passionné et enthousiaste.

Dr R. Bernoulli (Cologne). — *Appareil à projections pour les ondes stationnaires.*

Deux patrons dont l'une des moitiés est coupée droit, l'autre en forme d'onde pouvant se déplacer parallèlement l'un à l'autre. Au-dessus et au-dessous se meuvent les extrémités de petits ressorts, au milieu desquels sont placées de petites boules. En poussant l'un des patrons, ces boules décrivent une onde simple; en couplant les deux patrons, on obtient des ondes stationnaires. On peut régler le couplage pour toutes sortes de phases. De même on peut démontrer la formation d'une onde stationnaire par réflexion.

Le même. — *Nouveau bolomètre à très grande sensibilité.*

Ce bolomètre, qui est conçu d'après une idée de Seddig, se distingue par ce fait que les quatre branches du pont sont formées de deux substances différentes, de fer et de fil de charbon, avec des coefficients de température respectivement positif et négatif. Ce dispositif double la sensibilité. L'effet est visible sur le changement adiabatique de température qui se produit lorsqu'on élève ou abaisse une masse gazeuse. Dans ce but, le bolomètre est enfermé dans un vase de verre et celui-ci dans une enveloppe de feutre. En élevant le bolomètre d'environ 1 $^1/_2$ cm., le galvanomètre à miroir relié au pont subit une déviation marquée. En comprimant la masse d'air (en la chauffant), la déviation du galvanomètre se fait en sens inverse.

Aug. Hagenbach (Bâle) et H. Veillon. — *Sur les caractéristiques de l'arc du cuivre aux basses pressions.*

Au cours d'études spectroscopiques sur l'arc du cuivre, M. Hagenbach observa que l'aspect de l'arc variait souvent brusquement et que l'aiguille d'un voltmètre, relié aux électrodes, accompagnait, comme sur commande, ces variations en sautant entre des valeurs déterminées. Il y avait là un sujet d'étude intéressant et c'est en collaboration avec M. H. Veillon qu'il examina cette question. Près d'une vingtaine de physiciens se sont déjà occupés

de l'arc du cuivre et M. Hagenbach fait un exposé rapide de leurs travaux. Bien des points demandent encore leur explication et MM. Hagenbach et Veillon commencèrent à établir les caractéristiques de l'arc, c'est-à-dire les courbes volt-ampère, par des mesures aussi exactes que le permet un phénomène aussi capricieux que l'arc électrique. Une lampe électrique de construction appropriée, munie de tiges de cuivre de 10 mm. de diamètre, était enfermée dans un récipient en fonte percé d'une fenêtre de quartz. Une pompe mécanique et un manomètre à mercure permettaient de régler la pression à l'intérieur du récipient au degré voulu. Le réglage de la lampe s'opérait depuis dehors à l'aide de tiges traversant des presses-étoupe. Le courant arrivait à la lampe par des fils isolés qui traversaient les parois du récipient, et ce dernier enfin était noyé dans de l'eau courante pour combattre l'échauffement. La plupart des recherches furent exécutées dans l'air atmosphérique, mais au besoin on pouvait opérer sur de l'acide carbonique ou sur de l'azote. La lampe communiquait par une résistance réglable et un ampère-mètre de précision avec les bornes du réseau électrique de la ville, soit avec 220 ou bien 440 volt. Les électrodes de la lampe pouvaient être reliées à un voltmètre gradué de 0 à 75 volt ou à un autre gradué de 0 à 500 volt. La lumière de l'arc s'échappant de la fenêtre de quartz tombait sur un objectif photographique pour aller peindre une image agrandie de l'arc sur un écran portant une division millimétrique agrandie dans la même proportion. L'opérateur réglait ainsi la longueur de l'arc aux dimensions voulues et observait les particularités de son aspect après avoir réglé la pression. Lorsqu'une forme déterminée de l'arc se présentait, il donnait un signal à deux autres observateurs qui suivaient attentivement les aiguilles du volt et de l'ampèremètre. L'arc était généralement fixé à 1 cm. de longueur. Une grande quantité d'observations permirent de dresser graphiquement les caractéristiques pour les pressions 1 atm., 600, 500, 400, 300, 200, 100, 80, 40, 20 mm. On trouva ainsi six formes

bien caractérisées de la décharge qui furent désignées par 1, 1*a*, 2, 2*a*, 3, 3*a*. De la pression atmosphérique à 200 mm. n'apparurent que 3 et 3*a*. De 100 à 80 mm. ces deux formes subsistèrent encore et les formes 1, 1*a*, 2 firent leur apparition. A 40 mm. ne subsistèrent plus que 1, 1*a*, 2 et à 20 mm. enfin on ne trouva plus que la forme 1. Les courbes ont toutes un caractère hyperbolique nettement accusé mais tendent à se redresser à mesure que la pression diminue.

M. Hagenbach fait voir des représentations de l'aspect de l'arc à l'aquarelle, des dessins schématiques, des photographies ordinaires et en couleurs. La forme 3 correspond à l'arc ordinaire; l'arc s'attache aux électrodes par un point très lumineux, s'élargit au milieu et le spectroscope décèle outre les lignes de l'arc celles de l'étincelle. Dans 3*a* la couleur verte de 3 fait place à un rouge-orangé intense et une forte auréole émanant de la cathode se précipite dans l'arc. Cette auréole contient les bandes de l'oxyde de cuivre. Les aspects de 2 et 2*a* diffèrent de 3 et 3*a* par le fait que le point d'attache anodique au lieu d'être vert-clair ou presque blanc comme dans 3 et 3*a* offre une teinte violacée très caractéristique que le spectroscope fait reconnaître comme étant de l'azote. La forme 2*a* ne fut malheureusement jamais que de si courte durée qu'elle échappa à des mesures exactes, mais toujours est-il qu'il fut loisible de constater indubitablement son existence. La forme 2*a* est à 2 exactement ce que 3*a* est à 3. Restent enfin les aspects 1 et 1*a*. Ici le point d'attache typique à la cathode est resté le même que pour les quatre formes précédentes, mais l'anode est recouverte de « Glimmlicht ».

L'étendue de cette dernière varie suivant la pression et son spectre montre les bandes de l'azote. Les formes 1*a*, 2*a*, 3*a*, sont représentées par des courbes de voltage inférieur à celui des formes 1, 2, 3. Il fut aussi étudié l'influence de la longueur de l'arc, et ce qui se produit lorsqu'on remplace l'air par de l'acide carbonique ou de l'azote. On déduisit enfin des caractéristiques volt-ampère

celles pour les ampère-watt qui offrent des tracés fort intéressants et démontrent que la formule de Mme Ayrton n'a qu'une valeur approximative.

L'étude de M. Hagenbach et de M. Veillon permet les conclusions suivantes. L'arc du cuivre dans l'air et dans l'acide carbonique présente six formes parfaitement distinctes. Celles désignées par 1, 2, 3 sont caractérisées par trois valeurs possibles de la chute du potentiel à l'anode : savoir pour 1 la chute du « Glimmstrom » pour 3 celle de l'arc ordinaire et pour 2 une chute intermédiaire dont il n'a pas encore pu être établi si elle se retrouve ailleurs. Les points d'attache à l'anode sont pour 1 le « Glimmlicht » positif avec les bandes de l'azote, pour 3 l'attache de l'arc ordinaire, pour 2 un petit globe touchant l'anode en un point et non en une surface. Ce globe-aigrette donne les bandes de l'azote. Les trois formes se retrouvent dans une atmosphère d'azote pur. A chacune des formes 1, 2, 3 correspondent les formes de « l'arc sifflant » 1*a*, 2*a*, 3*a* dues à l'oxydation de la cathode.

Dans l'oxyde de cuivre la chute du potentiel est faible, c'est pourquoi les courbes sont situées en-dessous des autres. Les trois formes « sifflantes » font défaut dans une atmosphère d'azote. Une septième forme, non encore mentionnée jusqu'ici, et qui serait due à une oxydation de l'anode, se révèle comme fort probable. La pression de 100 mm. est favorable à l'apparition de toutes les formes lorsqu'on dispose de 440 volt et que l'on règle le courant à environ 5 ampère. La transition d'une forme à une autre s'opère toujours brusquement. A la même tension les formes 1, 2, 3 s'obtiennent déjà pour 500 mm. dans l'azote, et la forme 2 déjà à 1 atmosphère avec une facilité inconnue dans l'air. Si nous avions disposé de tensions suffisantes nous n'aurions pas manqué de retrouver toutes les formes à la pression atmosphérique dans l'air. La théorie de l'arc permet l'explication suivante. Si l'énergie des ions se précipitant contre les électrodes est assez grande pour occasionner la vaporisation des électrodes on obtient 1, la forme ordinaire. Si l'énergie à l'anode ne

suffit pas, on a le « Glimmbogen » la forme 1. Il va de soi que pour des courants faibles 1 vient plus aisément que 3. Par contre il ne va pas de soi que pour un abaissement de la pression et une valeur donnée de l'intensité du courant le « Glimmbogen » apparaisse plus facilement. En diminuant la pression l'ionisation doit certainement augmenter et le chemin libre des ions doit s'allonger et l'on ne voit pas comment l'énergie pourrait diminuer. On en est réduit à des suppositions encore mal fondées telles qu'une dilatation du point d'attache à l'anode qui aurait pour effet de répartir la chaleur produite par le choc sur une plus grande étendue et d'entraver ainsi la vaporisation. On peut en outre admettre qu'aux basses pressions la diffusion des molécules de l'air dans l'intérieur de l'arc se trouve facilitée, et que l'ionisation de l'air exige une plus grande énergie que celle du cuivre. Cela expliquerait que l'anode reçoive moins d'énergie. La forme 2 ne peut à l'heure qu'il est pas encore trouver d'explication par la théorie de l'arc; il faudrait pour cela étendre encore les observations.

J. de Kowalski (Fribourg). — *Sur quelques phénomènes qui accompagnent la décharge oscillante.*

MM. Schuster et Hemsalech ont découvert l'influence qu'exerce une self-induction intercalée dans un circuit de décharge d'un condensateur, sur l'aspect du spectre d'une étincelle jaillissant entre les électrodes métalliques d'un déchargeur. L'auteur a démontré en 1906, que si les électrodes sont constituées par un alliage binaire métallique, les lignes appartenant au spectre de l'un des métaux, disparaissent plus vite, que celles de l'autre. Une étude approfondie de ce phénomène a été exécutée au laboratoire de Fribourg par le Dr Huber. M. le prof. Walter de Hambourg en répétant ces expériences retrouva le phénomène et montra de plus qu'au lieu de l'alliage, il suffisait de prendre, pour obtenir le même phénomène deux boules du déchargeur en métal différent. Ainsi, il suffisait de remplacer les deux électrodes en laiton par deux électro-

des, l'une de zinc, l'autre de cuivre. Cette découverte démontre qu'il faut chercher la cause du phénomène dans l'espace situé entre les électrodes et non dans la nature même des électrodes. Cela rend son explication particulièrement difficile. M. le Prof. Walter a émis l'hypothèse suivante pour en donner une : Nous savons que les métaux des électrodes sont fortement pulvérisés par la décharge oscillante. M. Walter suppose que le métal qui se pulvérise le plus fortement possède des lignes spectrales moins sensibles à l'action de la self-induction, qu'un autre métal qui se pulvérise moins : il admet de plus que l'ordre de grandeur de la pulvérisation peut changer lorsque l'on change la self-induction intercalée dans le circuit. Ayant à disposition une forte batterie de condensateurs, gracieusement prêtée par la « Société générale des condensateurs électriques » l'auteur entreprit une série d'expériences pour voir si l'hypothèse de M. Walter est admissible.

L'auteur a commencé par employer des électrodes en or et en platine, métaux ne s'oxydant pas dans l'air, pour voir si le phénomène de pulvérisation à la pression ordinaire est assez constant pour être mesuré. Puis il a trouvé que les conditions électriques du circuit oscillant ne changeant pas, les résultats des mesures sont très constants, ne différant entre eux que de 1 % à 2 % au maximum.

M. de Kowalski a donc étudié toute une série de différents métaux qu'il range d'après la grandeur de pulvérisation.

(Platine.
Or.)
Zinc.
Fer.
(Cuivre.
Argent.)
Aluminium.

Pour les métaux mis entre parenthèses, la différence de pulvérisation est si petite, que nous ne pouvons dire dès maintenant lequel des deux se pulvérise davantage. La différence entre le zinc et le cuivre est très marquée. Le zinc

se pulvérise au moins quatre fois plus vite que le cuivre. En introduisant une self-induction dans le circuit de décharge, on obtient dans tous les cas, une diminution de la pulvérisation, particulièrement dans le cas des électrodes cuivre-zinc avec une self-induction qui élimine presque totalement les lignes du spectre du zinc, la pulvérisation de ce dernier est encore 4 à 5 fois plus forte que la pulvérisation de l'électrode en cuivre. On peut conclure de cette expérience que l'explication du phénomène de disparition de lignes spectrales d'un métal en présence d'un autre doit être cherchée ailleurs.

Il semble à l'auteur que l'influence sur le spectre du phénomène de pulvérisation dans la décharge n'est que secondaire, et cela par suite de son action sur le décrément des oscillations. Il croit en revanche pouvoir attribuer à la pulvérisation les phénomènes observés par M. Wien, qui a trouvé une dépendance entre la nature du métal et le décrément.

Les expériences se rapportant à cette question se poursuivent actuellement au laboratoire de Fribourg.

M. le prof. Walter Kœnig (Giessen) décrit une expérience qu'il a imaginée pour la *démonstration de l'effet Thomson*. Le but qu'il s'est proposé dans la présente recherche était de trouver une méthode simple de reproduire l'effet Thomson, comme celle réalisée pour les courants thermoélectriques ou l'effet Peltier. Verdet a déjà exprimé en 1870, dans sa théorie mécanique de la chaleur, l'idée qu'on simplifie la démonstration expérimentale de l'effet Thomson en produisant la chute de température qui doit être combinée avec le courant électrique par ce courant lui-même, en refroidissant le conducteur du courant à ses deux extrémités ; Verdet décrit un appareil construit sur ce principe, dans lequel l'effet Thomson est observé à l'aide d'un thermomètre à air dans un tube de platine conducteur du courant. La réalisation de cette idée est très facilitée par l'emploi de fils conducteurs très fins et chauffés par le courant jusqu'au rouge, tandis qu'on re-

froidit ses deux extrémités ou son milieu. Si, par exemple, on plonge dans l'eau la partie inférieure d'un fil de platine en U, rendu incandescent par le passage du courant, on voit par une observation exacte que les points où commence l'incandescence dans chacune des deux branches ne sont pas à la même hauteur au-dessus de la surface de l'eau. Le fait que l'effet se retourne en changeant le sens du courant montre qu'on a affaire là à une forme de l'effet Thomson. On peut amener les fils à un état d'incandescence suffisant pour pouvoir projeter leur image agrandie sur un écran et la montrer à un grand auditoire. Pour que l'effet ressorte d'une manière plus nette, il y a avantage à placer deux boucles de fil à côté l'une de l'autre et à diriger le courant de telle sorte qu'il parcourt les deux segments des fils verticaux du milieu dans le même sens, les deux bouts de fil extérieurs en sens opposé des deux premiers. Ceux-ci de haut en bas, par exemple, ceux-là de bas en haut. Dans ces conditions, la partie lumineuse des deux fils médians paraîtra, suivant le sens du courant, tantôt plus haut, tantôt plus bas que celle de l'autre paire. L'effet est encore plus visible, si on dispose un miroir de manière à obtenir simultanément sur l'écran l'image directe et l'image réfléchie, superposées l'une à l'autre, chaque ligne brillante et son image se trouvant dans le prolongement l'une de l'autre. Alors, suivant le sens du courant, les deux lignes doubles médianes paraissent plus rapprochées l'une de l'autre que les deux paires extérieures ou l'inverse. La fig. 1 reproduit un cliché photographique de la double image obtenue ainsi sur l'écran. Lorsqu'on observe un fil de platine dans la portion du fil où le courant se dirige vers la partie refroidie, le point où commence l'incandescence est déplacé *à l'encontre du courant*. L'effet Thomson est donc ici de signe négatif.

Pour rendre plus nette la démonstration expérimentale de l'effet considéré, j'ai adopté une disposition analogue à la méthode pyrométrique. J'observais à travers un verre rouge le fil incandescent, tendu verticalement devant une

paroi uniformément éclairée. Avec un courant très bien réglé, le fil incandescent paraît plus clair dans sa partie médiane, plus sombre à ses deux bouts que le fond rouge. Les points de passage se distinguent très nettement et se mesurent avec facilité au cathétomètre.

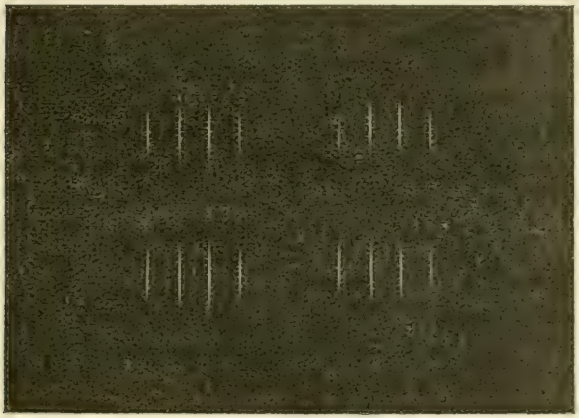


Fig. 1.

Le renversement du courant produit un petit déplacement de ces points ; le sens et la grandeur de ce déplacement s'apprécient avec précision. Pour éviter que les courants de l'air ambiant troublent le phénomène, on avait soin d'enfermer le fil conducteur dans un tube de verre, dans lequel on faisait le vide cathodique avec une pompe Gaede.

Dans l'ouvrage cité plus haut, Verdet a déjà étudié la loi de distribution de la température dans un fil rendu incandescent par le passage du courant et soumis à l'effet Thomson, et cela en admettant que les pertes de chaleur par l'extérieur suivent la loi du refroidissement de Newton et que le pouvoir conducteur calorifique, la résistance électrique et l'effet Thomson sont indépendants de la température. Avec ces suppositions, les lois du phénomène se déterminent facilement et l'on peut même en déduire par le

calcul la valeur absolue de l'effet Thomson. Dans mes expériences, la loi de Newton ne s'applique pas, mais bien la loi du rayonnement du platine incandescent. Les pertes extérieures ne sont donc pas proportionnelles à la première puissance de la variation de la température, mais à la cinquième puissance de la température absolue. En outre, avec les grands écarts de température qui sont ici en jeu, on doit tenir compte des variations que subissent avec la température toutes les quantités entrant dans le calcul. C'est pourquoi il y a des réserves à faire sur l'emploi de cette expérience pour la mesure de l'effet Thomson. En revanche, on peut dans tous les cas en déduire le signe de cet effet, ce qui présente déjà un certain intérêt pour ces hautes températures. J'ai jusqu'ici opéré sur le platine, le cuivre, le fer et le constantan. Comme je l'ai dit plus haut, l'effet Thomson est négatif pour le platine. Il est positif pour le cuivre. Dans les deux cas, le signe est conforme à ce qu'il est à la température ordinaire. Pour le cuivre, il y a aussi ici concordance avec les mesures de M. Lecher[1] et de M. O. Berg[2] sur la marche de l'effet Thomson avec la température. Ces deux observateurs ont trouvé pour le cuivre un effet Thomson croissant avec la température. De même Berg n'a trouvé pour le platine qu'un faible coefficient de température. Le fer, en revanche, s'est trouvé positif dans mes expériences, tandis qu'il est négatif à la température ordinaire. Les auteurs susnommés ont trouvé pour le fer une variation très forte avec la température. En particulier M. Lecher, dont les mesures ont porté jusqu'à 440°, a trouvé que pour le fer la courbe de température de l'effet Thomson présente un point d'inflexion vers 200°. D'après sa courbe d'interpolation, l'effet serait nul vers 477° et deviendrait positif au-dessus. Mes expériences ayant été faites à une température supérieure à 500°, elles sont en pleine concordance avec celles de M. Lecher. Cet observateur a obtenu des conditions analogues pour le constantan, mais dans ce cas la température

[1] L. Lecher. *Ann. de Phys.*, 1906 (IV) t. XIX, p. 853.
[2] O. Berg. *Ann. de Phys.*, 1910 (IV) t. XXIX.

de passage serait vers 590°. Mes expériences ont donné pour cet alliage des valeurs nettement négatives, même lorsque j'échauffais le fil jusqu'au rouge blanc. Je dois en conclure que le point de passage du — au + est dans ce cas plus haut qu'il ne ressort de la courbe d'interpolation de M. Lecher. Pour expliquer cette divergence, il est permis toutefois d'admettre que la constitution de cet alliage peut varier.

A.-L. Bernoulli (Bonn). — *Compléments à l'étude expérimentale de la théorie des électrons pour les alliages.*

M. Schenck[1] a tiré de la loi de Wiedemann et Franz la relation suivante pour les solutions solides des métaux :

$$(1) \qquad \frac{K'}{\sigma'} = \beta^2 \left(\frac{\alpha}{e}\right)^2 T,$$

tandis que pour les métaux purs on a :

$$(2) \qquad \frac{K}{\sigma} = \left(\frac{\alpha}{e}\right)^2 T$$

K′ et K désignent la conductibilité à la chaleur pour les alliages et pour les métaux purs ; σ′ et σ les conductibilités électriques, α la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1° la température d'un gramme-molécule et *e* la charge électrique spécifique.

On en tire :

$$\beta = \sqrt{\frac{K'}{\sigma'} : \frac{K}{\sigma}}$$

M. Schenk pose : $\beta = 1 + \frac{N_\mu}{N'}$,

N_μ désignant la concentration moléculaire de métal dissout ; N′ le nombre des electrons de l'alliage. Il résulte des mesures que M. Hardebeck a faites à l'instigation de M. Schenk, que N′ est à très peu de chose près

[1] R. Schenck : *Phys. Zeitschr.* 1907, **8** p. 242. — *Z. f. Electrochemie* 1909, **15** p. 649.

[2] C. Hardebeck : Ueber das Verhalten einiger Legierungen zum Gesetz von Wiedemann u. Franz Diss. Aix, 1909.

égal à N, ce qui veut dire que le nombre des électrons de l'alliage est presque égal à ce nombre pour le métal pur. J'ai pu confirmer ce résultat par une voie[1] absolument différente, en calculant le nombre des électrons à partir des constantes optiques des alliages que j'avais déterminées. De plus, M. Schenck[2] a déduit la relation suivante pour le rapport qui existe entre les forces thermiques de ces alliages et celle du dissolvant pur pour 1° d'élévation de température :

$$\pi = \frac{\alpha}{e} \ln \frac{N^1 + N\mu}{N}$$

Mais comme empiriquement $N = N'$, on peut éliminer le nombre des électrons, et l'on tire de l'équation (3) :

$$\pi = \frac{\alpha}{e} \ln \sqrt{\frac{K'}{\sigma'} : \frac{K}{\sigma}} = 99\left(\lg \frac{K'}{\sigma'} - \lg \frac{K}{\sigma}\right)$$

Pour vérifier cette loi, j'ai mesuré les forces thermiques de ces mêmes alliages par rapport au cuivre, en me servant des mêmes morceaux que M. Hardebeck avait employés pour la mesure des valeurs $\frac{K'}{\sigma'}$. La méthode est celle employée par MM. Jæger et Diesselbach de l'Institut de Charlottenbourg pour la mesure des forces termiques des métaux purs. Le tableau suivant donne les résultats pour les températures moyennes de 18° et 80° mis en regard des valeurs calculées au moyen de la formule de Schenk, avec les rapports de conductibilité tirés de Hardebeck et de Jæger et Diesselbach. La concordance est bonne si l'on songe qu'il a fallu extrapoler en partie les conductibilités pour ces températures.

La théorie et les expériences sont unanimes à prouver que pour des solutions de matières solides, de métaux, la soudure la plus chaude est chargée positivement par rapport au dissolvant pur.

De plus, il faut s'attendre à ce que la concordance soit la meilleure là où le poids atomique du métal dissout est

[1] A.-L. Bernoulli : *Z. f. Electrochemie* 1909, **15** p. 646.

[2] R. Schenck : *Ann. der Phys.* 1910, **32** p. 261.

le plus grand, par exemple pour Hg ou Tl. L'écart pour Cu + 5 % Zn s'explique à cause de la formation de $Cu_2 Zn_3$ dont la solubilité n'est pas absolue.

Dissolvant	Adjonction	π_{18}		π_{81}	
		Trouvé	Calculé	Trouvé	Calculé
Argent	2,73 % Thallium	+2,8	+2,6	+2,1	+2,0
	4,76 % »	10,3	8,4	3,4	3,1
	4,00 % Etain	7,6	8,9	5,3	6,3
Cadmium	5,14 % Mercure	+2,8	+2,2	+2,1	+1,0
	10,00 % »	2,6	3,0	1,0	1,0
Cuivre	5,00 % Etain	+3,4	+3,6	+3,2	+2,7
	3,11 % Zinc	2,9	3,6	2,9	4,1
	5,00 % »	1,4	6,6	1,5	3,3
	3,94 % Nickel	13,3	3,9	7,0	3,6

L'écart pour Cu + 4 % Ni provient probablement du fait que la force thermique du Ni pur est très grande[1] par rapport à celle du cuivre.

A.-L. Bernoulli (Bonn). — *Rapport empirique entre la série de Volta et les constantes optiques des métaux.*

Les belles recherches de MM. Hagen et Rubens nous ont fait connaître une relation exacte qui permet de calculer la conductibilité électrique des métaux purs à partir de leur pouvoir de reflexion pour des ondes très longues. Cette relation n'est pas valable pour des ondes plus courtes. Par contre, j'ai trouvé dernièrement qu'il semble exister une relation simple entre les constantes optiques des métaux pour la partie visible du spectre, et leur place dans la série de Volta; cependant, cette relation n'est qu'empirique, pour le moment du moins.

On peut définir, pour les métaux, l'angle de polarisation de deux manières différentes. D'après Cauchy, c'est l'angle de reflexion pour lequel la polarisation rectiligne, qui est elliptique après sa reflexion sur le métal, devient exactement circulaire. D'après la définition de Brewster,

[1] Exposé completde la question. *Ann. d. Phys.* Sept. 1908.

c'est l'angle de reflexion pour lequel l'azimuth de la lumière redevenue rectiligne atteint un minimum. En pratique, ces deux angles se confondent, leur différence étant de l'ordre de grandeur d'une seconde d'arc [1]. Drude, qui le premier a montré qu'analytiquement les deux définitions ne concordent pas absolument [2], trouve pour l'angle de polarisation d'après la définition de Cauchy (angle d'incidence principale),

$$\frac{d\psi}{d\varphi} = \operatorname{cotg}^3 \bar{\varphi} \sin 4\bar{\psi} = \omega$$

$$\varphi = \bar{\varphi}$$

$\bar{\varphi}$ désigne l'angle de polarisation d'après Cauchy, $\bar{\psi}$ l'azimuth (azimuth principal) de la lumière redevenue rectiligne qui y correspond. J'ai calculé cette fonction ω pour le plus de métaux possible. En ordonnant les métaux en une série où les valeurs de ω croissent, on remarque une grande analogie entre cette série et celle de Volta. En divisant les valeurs de ω par la valeence des métaux, et que par conséquent ω se rapporte aux électrons en particulier, les différences qui subsistent encore disparaissent, les unes complètement, les autres deviennent insignifiantes. Dans la figure j'ai porté comme abscisses la grandeur $1000\ \omega/n$ et comme ordonnées les potentiels connus des métaux par rapport à l'hydrogène. La relation, comme on le voit, est linéaire.

J'ai calculé ensuite les tensions E des métaux par rapport à l'hydrogène au moyen des constantes optiques, d'après l'équation :

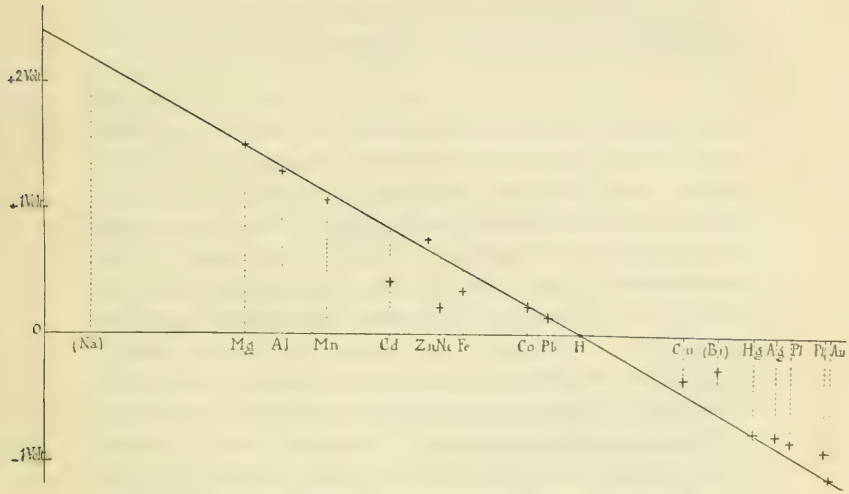
$$E = A - \frac{B\omega}{n}$$

A et B sont deux constantes universelles. Pour M*g* nous avons : $E = +1{,}482$, $\omega = 0{,}00156$, $n = 2$. Pour A*u*, $E = -0{,}890$, $\omega = 0{,}00924$ et $n = 3$ on en tire $A = 2{,}359$ et $B = 1{,}126$.

[1] A.-L. Bernoulli. *Ann. de Phys.*, **33**, p. 209. 1910.

[2] P. Drude. *Ann. de Phys.*, **32**, p. 614. 1887.

Il est possible également de déterminer la valence des métaux à l'état solide. Pour l'argent $n = {}^1/_2$. Ce chiffre



correspond à la combinaison Ag_2J qui d'après Carey Lea se forme a partir de AgJ lorsqu'on expose les plaques photographiques. Le tableau suivant contient les valeurs de n, $\frac{\omega}{n}$ (pour la raie D) et les valeurs mesurées de E.

	(Na)	Mg	Al	Mn	Cd	Zn	Ni	Fe	Co
$\frac{\omega}{n}$	10^{+3} 0,18	0,78	0,93	1,10	1,35	1,50	1,55	1,64	1,88
E	—	+1,482	1,276	1,075	0,420	0,770	0,228	0,344	0,232
n	1	2	3	7	2	2	8	4	4

	Pb	(H)	Cu	Bi	Hg	Ag	Pd	Pt	Au
$\frac{\omega}{n}$	1,96	(2,09)	2,50	2,63	2,73	28,8	2,92	3,06	3,08
E	0,151	±0,0	-0,329	0,24	0,753	0,771	0,82	0,89	1,11
n	6	—	6	5	2	${}^1/_2$	4	2	3

La nouvelle relation nous donne enfin la possibilité de définir un point fixe de la série de Volta. Pour un métal

pour lequel les deux angles de polarisation concorderaient *exactement*, on a $\alpha = o$, par conséquent $\omega = o$ et $E = A = 2{,}359$ Volta. Les constantes optiques du Cæsium ne nous sont pas connus; je présume que le potentiel de ce métal doit être très près du point fixe.

M. le prof. Pierre Weiss (Zurich) expose une *méthode directe de détermination du champ moléculaire.*

Il rappelle d'abord la signification de cette notion qui permet d'étendre les lois du paramagnétisme aux corps ferromagnétiques, comme la pression intérieure de van der Waals étend aux liquides les propriétés des gaz. Le champ total, dans une substance ferromagnétique, se compose de deux termes : le champ extérieur et le champ moléculaire, ce dernier étant l'expression des actions que les aimants élémentaires exercent les uns sur les autres. Le champ extérieur est connu : la détermination du champ moléculaire revient donc à celle du champ total.

Or, Langevin a montré que dans un corps paramagnétique, où les aimants élémentaires n'exercent pas d'action mutuelle et pour lequel l'oxygène est un exemple typique, l'aimantation est fonction du *quotient* du champ par la température absolue. Cette proposition est encore exacte pour les ferromagnétiques, à condition d'introduire comme valeur du champ le champ total ci-dessus défini.

Supposons maintenant que pour deux températures voisines T et $T + \Delta T$ on ait relevé la relation entre l'intensité d'aimantation I et le champ. On pourra, sur les deux courbes ainsi obtenues, marquer les points correspondant à *la même valeur de I* et pour lesquels les champs extérieurs employés seront H_e et $H_e + \Delta H_e$. On aura alors entre les champs totaux et les températures la relation

$$\frac{T}{H} = \frac{T + \Delta T}{H + \Delta H} = \frac{\Delta T}{\Delta H}$$

Or, la différence entre les champs totaux est égale à la différence entre les champs extérieurs ΔH_e, elle est con-

nue. Il en est de même de T et ΔT. L'équation ci-dessus donne donc le champ total cherché.

Cette méthode, appliquée aux quelques cas où le calcul avait été fait d'une manière différente, conduit aux mêmes résultats, mais elle a une beaucoup plus grande généralité permettant de suivre pas à pas les variations du champ moléculaire dans toute l'étendue de son domaine.

Des expériences assez délicates sont nécessaires pour mettre en œuvre cette méthode ; elles sont en voie d'exécution et il serait prématuré d'en parler. Mais on peut se rendre compte de leur portée en énumérant les constantes sur lesquelles repose la théorie actuelle et dont la constance doit être contrôlée et au besoin sacrifiée pour passer à la 2me approximation

Elles sont au nombre de trois : l'intensité d'aimantation à saturation au zéro absolu, la constante de Curie et la constante N du champ moléculaire exprimant la proportionnalité avec l'intensité d'aimantation admise jusqu'à présent. C'est cette dernière quantité dont la constance est la plus sujette à caution : la méthode ci-dessus décrite conduit donc à une révision aussi directe que possible de la partie la plus attaquable des hypothèses fondamentales.

M. Weiss signale en outre les résultats qu'il a obtenus *sur les ferro-nickels* en collaboration avec M. G. Foex. La constante de Curie, la constante du champ moléculaire obéissent à des lois linéaires en fonction de la teneur. Un coude dans les droites démontre pour la première fois l'existence de $F_{e\,2}\,N_i$. La présence de cette combinaison une fois reconnue, on se rend compte que les résultats obtenus antérieurement sur l'aimantation à saturation à basse température sont compatibles avec la loi des mélanges s'exerçant dans les deux intervalles $F_e - F_{e\,2}\,N_i$ et $F_{e\,2}\,N_i - N_i$.

J. de Kowalski (Fribourg). — *Sur la phosphorescence de quelques corps organiques et sur l'influence de la température dans les phénomènes de luminescence.*

L'auteur présente la suite de ses recherches sur la lumi-

nescence des corps organiques en solution alcoolique dont les premiers résultats ont été présentés à la réunion de Lausanne, en 1909.

1. En commun avec M. Dzierzbicki, une trentaine de substitués organiques du benzène ont été étudiés en photographiant le spectre de phosphorescence à la température de l'air liquide. La dilution des solutions alcooliques a été prise telle qu'elle corresponde approximativement à l'optimum de la phosphorescence. Pour différents corps, elle était comprise entre 0,01 et 0,05 normal. La solution solidifiée à la température de l'air liquide était exposée à l'action du rayonnement ultra-violet d'une lampe à mercure en quartz, pendant un temps bien défini. Puis après interruption de l'excitation, l'obturateur de l'appareil spectrographique en quartz était ouvert, de façon à photographier le spectre ultra-violet de phosphorescence.

Le spectrographe, très lumineux, ne permettant pas d'avoir une grande dispersion, la détermination des longueurs d'onde était exacte à 1 ou 2 $\mu\mu$ près, selon la région où se trouvaient les bandes. La mesure des longueurs d'onde a été faite au moyen d'une méthode de projection, élaborée par M. le Dr Joye et décrite dans sa thèse.

2. Les résultats de ces études sont :

a) Dans chaque corps étudié, il existe un spectre de très larges bandes qui est presque un spectre continu ; il est émis par la substance, pendant très peu de temps, après l'extinction de l'excitation.

b) A ce spectre, se superpose un autre spectre beaucoup plus lumineux et beaucoup plus durable, constitué par des bandes très étroites. Son caractère dépend d'une façon remarquable de la constitution chimique du composé organique étudié.

Les substitutions dans le noyau du benzène influent fortement sur l'aspect et la position des bandes ; par contre les substitutions dans les chaînes latérales n'influent que très peu sur la position des bandes et l'aspect général du spectre.

Les isomères obtenus par les différents modes de substitution binaire, donnent un spectre de même aspect par lequel on décèle très rapidement les substitutions ortho, méta et para; dans les substitutions ortho, la bande limite vers l'ultra-violet correspond à la plus courte longueur d'onde; dans la substitution para à la plus longue.

c) Les bandes d'un même corps peuvent être rangées en plusieurs séries dans chacune desquelles la différence des fréquences est constante.

d) On trouve pour certains corps, entre les bandes d'absorption du corps étudié dissous dans l'alcool et les bandes de phosphorescence, une différence constante des fréquences.

3. M. de Kowalski a de plus étudié comment dépendait du mode d'excitation la production des spectres de phosphorescence. Pour produire les spectres peu durables, à bandes larges une excitation très courte, instantanée, de l'ordre de $^1/_{100}$ de seconde suffit. Les bandes plus durables, étroites, n'apparaissent que lorsque l'excitation est plus longue: il faut souvent un temps d'excitation de plus de 30 secondes, pour que les bandes arrivent à leur maximum de luminosité. La composition spectrale de la source d'excitation n'influe pas sur l'aspect général du spectre de phosphorescence; toutefois les intensités relatives des différentes bandes varient avec les radiations des sources employées.

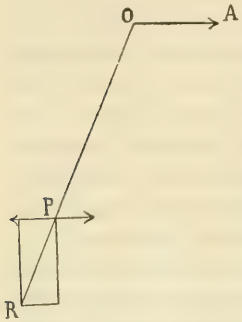
4. L'auteur a aussi étudié l'influence qu'exerce la température de la solution sur la production de la phosphorescence; celle-ci n'apparaît qu'au-dessous d'une température nettement déterminée, plus basse que la température de solidification de la solution.

5. Par abaissement de la température, le spectre de fluorescence s'étend de plus en plus vers le rouge.

Le spectre de phosphorescence et celui de fluorescence sont, à très basse température, en partie communs; toutefois les bandes de phosphorescence s'étendent plus vers le rouge.

Dr L. De la Rive. — *Influence d'une accélération extérieure sur les oscillations d'un pendule et d'une lame élastique.* [1]

Il s'agit de rechercher si. lorsque le point de suspension d'un pendule est soumis à une accélération, il survient une modification dans les oscillations. La théorie est affirmative à cet égard et l'auteur a constaté expérimentalement une partie des conclusions théoriques.



On admet que le pendule oscille dans le plan vertical parallèle à la vitesse du point de suspension O, vitesse représentée par OA, et aussi que l'accélération est constante, γ. Supposons que le pendule soit en équilibre et appliquons à sa masse en P deux forces égales et contraires, dont la valeur est la masse multipliée par γ. L'une de ces forces fait décrire à la masse la même trajectoire que le point de suspension et l'autre se compose avec la pesanteur pour donner la résultante R qui doit être dirigée vers le point de suspension. La tige du pendule n'est donc plus verticale et son angle α est donné par le rapport $\frac{\gamma}{g}$. De plus la résultante est égale à :

$$g\sqrt{1+\frac{\gamma^2}{g^2}}$$

valeur qui est plus grande que g.

Lorsque le pendule est écarté de sa position d'équilibre,

[1] L'auteur vient d'être informé qu'un travail récent du Prince B. Galitzin traite de la mesure de l'accélération du point de suspension du pendule sismographique. Bien qu'il ne s'agisse probablement pas d'un déplacement continu, comme c'est le cas ici, la priorité du dit travail serait reconnue, s'il y avait lieu, par l'auteur.

et qu'on suppose en outre que γ est constant, si l'amplitude est suffisamment petite, l'oscillation a lieu par rapport à R, comme dans l'état normal par rapport à la verticale, et sa durée doit être par conséquent diminuée dans une proportion il est vrai très faible à cause de la petitesse de γ par rapport à g.

C'est dans les trains *tramways* que les expériences sont le plus concluantes, parce que les départs et surtout les arrêts sont le plus brusques. D'après les graphiques que donne un enregistreur automatique, placé sur la locomotive à côté du mécanicien, la vitesse descend de 40 km. à l'heure à zéro en vingt secondes au plus. En calculant l'accélération négative d'après cette donnée, on trouve 70 cm. pour la valeur de γ, et, par conséquent, environ $^1/_{15}$ pour le rapport γ/g. Il en résulte que la durée de l'oscillation n'est diminuée que de moins d'un centième. Il n'est donc pas étonnant que la mesure de la durée au moyen d'un compteur donnant le dixième de seconde n'ait pas permis de constater cette diminution, la durée pendant laquelle cette mesure peut être effectuée ne dépassant pas une vingtaine de secondes. D'autre part l'angle α qui a été observé et qui est de 4 à 6 degrés correspond bien à la valeur de γ donnée par le graphique des vitesses.

Lorsque le pendule, au moment où l'accélération se produit, est en repos, on voit la masse pendulaire marcher lentement, dans le sens voulu, et, au bout d'un instant, commencer à osciller, d'abord avec une très faible amplitude. Cette phase du phénomène correspond à l'augmentation de l'accélération et on la retrouve théoriquement en intégrant l'équation différentielle du mouvement et en y introduisant l'accélération sous la forme $1 - e^{kt}$, qui donne une accélération nulle pour t égal à zéro. Le mouvement de la masse pendulaire a pour expression plusieurs termes dont l'un est en e^{kt} et dont le dénominateur est $k^2 + g/l$ où l est la longueur du pendule de manière que l'amplitude augmente avec l. Dans les conditions des expériences effectuées, avec l égal à 25 cm., l'amplitude

de ce mouvement pendant cinq secondes est de 1,5 cm. ce qui concorde avec ce qui a été observé. Après que l'accélération est devenue constante, l'oscillation a lieu de part et d'autre de la position d'équilibre fixe. Il faut ajouter que, théoriquement, une accélération brusque doit donner lieu, sur le pendule oscillant, à une augmentation ou une diminution de vitesse suivant la phase, et que des inégalités ont en effet été constatées.

Une lame d'acier très élastique de 28 cm. de long, à l'une des extrémités de laquelle une masse de plomb, de 160 gr., est fixée tandis que l'autre est encastrée entre deux planches donne lieu à un phénomène tout à fait analogue. La lame étant fixée dans un plan vertical normal à la direction de la marche du train, l'extrémité mobile s'infléchit d'une manière notable au départ et à l'arrêt du train, d'environ 1 cm. et de 2.5 cm. Les oscillations durant cette période ont donc lieu de part et d'autre d'une position d'équilibre qui constitue une lame légèrement courbée au lieu d'être plane. Or cette courbure correspond à une tension élastique un peu plus grande, comme on le constate en plaçant la lame de manière à ce qu'elle supporte horizontalement le poids à son extrémité, ce qui détermine une flexion dont la flèche est de 10 cm. La durée d'oscillation est alors notablement moindre que lorsque la lame oscille horizontalement. La durée de 10 oscillations doubles passé de 8 secondes à 6. On en conclut que la durée de l'oscillatiou durant l'accélération doit diminuer par rapport à la durée normale de 1 a 2 dixièmes de seconde. Les mesures effectuées ne sont pas assez concordantes pour que cette diminution puisse être considérée comme constatée sans laisser de doute, vu qu'il faudrait pouvoir compter un nombre plus grand d'oscillations qu'il n'est possible de le faire pour obtenir l'approximation voulue.

En résumé, il résulte de ces considérations et de ces observations que ces deux mouvements périodiques sont altérés par le fait d'une accélération à laquelle est soumis le système où ils ont lieu, et que cette altération est accom-

pagnée nécessairement d'une diminution de la durée de la période, diminution que des mesures plus précises pourront peut-être constater.

A. Rosselet (Lausanne). — *Recherches sur l'ionisation par les rayons ultraviolets et les rayons Rœntgen.*

Lors de la dernière session de la Société helvétique des Sciences naturelles, à Lausanne, en septembre 1909, j'ai présenté un travail sur les phénomènes actinoélectriques effectué en collaboration avec mon regretté maître, le Prof. Henri Dufour. La comparaison des recherches qui y sont exposées avec d'autres, effectuées plus récemment, fera l'objet de cette communication, aussi est-il nécessaire d'en donner un résumé succinct.

De l'air ionisé par la lumière, très riche en radiations ultraviolettes que donne l'étincelle éclatant entre sphères d'aluminium, traverse un four électrique à résistance de Hæreus. Sa conductibilité est mesurée à la sortie de cet appareil par la chute de potentiel d'une plaque de laiton électrisée positivement ou négativement et reliée à un électroscope d'Elster et Geitel; cette plaque est protégée contre les radiations directes, par un écran métallique relié au sol et se trouve ainsi soustraite à tout effet photo-électrique.

Lorsque l'étincelle éclate, le four étant encore froid, on observe que la constante de l'électroscope n'est point modifiée, c'est-à-dire que la chute de potentiel, pendant le même temps, est restée la même avec et sans lumière.

Potentiel initial = $148^{v}8$

Chute de potentiel en 3 min.

Sans lumière	Avec lumière
$9^{v}3$ Electricité positive	$9^{v}3$ Electricité positive
$9^{v}3$ Electricité négative	$9^{v}3$ Electricité négative

Ce phénomène était à prévoir. L'on sait, en effet, depuis les belles expériences de M. Lenard, que les rayons ultraviolets capables de produire directement la ionisation de l'air, ont des longueurs d'onde comprises entre $0^{\mu},180$ et

$0^{\mu},140$ et qu'elles sont absorbées par deux centimètres d'air.

Si par un courant d'air, dirigé parallèlement à l'axe du four, l'on entraîne l'air ionisé dans le champ électrique produit par la plaque de laiton électrisée, on observe une chute de potentiel si rapide qu'il n'est plus possible de la mesurer, comme précédemment, en 3 min.

Potentiel initial = $148^{v}8$
Chute de potentiel en 15 s. (moyenne)

Sans lumière	Avec lumière
0 Electricité positive	$29^{v}3$ Electricité positive
0 Electricité négative	$30^{v}6$ Electricité négative

En soumettant cet air ionisé, avec ou sans courant d'air, au rayonnement du four électrique, riche en radiations rouges et infrarouges, on ne tarde pas à constater une diminution, puis une destruction de l'ionisation.

Potentiel initial = $148^{v}8$
Chute de potentiel en 3 min.

Sans four	Avec four
$9^{v}3$ Electricité positive	$9^{v}3$ Electricité positive
$9^{v}3$ Electricité négative	$7^{v}3$ Electricité négative
	$5^{v}1$ Electricité positive
	$2^{v}1$ Electricité négative

Cette diminution s'obtient *progressivement* après deux heures d'expérinces, que l'électricité de la plaque de laiton soit positive ou négative.

Si l'ionisation est produite par la lumière ultraviolette, l'effet du rayonnement du four électrique ne depend pas de la nature de l'électricité dont est chargée la plaque de laiton.

Il m'a paru intéressant de comparer la ionisation produite par les rayons ultraviolets, à celle qui est dûe aux rayons X, afin de constater s'il n'existe seulement entre ces deux phénomènes, qu'une différence d'intensité, qui serait à l'avantage du second.

Pour effectuer ces recherches, j'ai utilisé un dispositif expérimental identique à celui qui a été précédemment

décrit; seul, l'excitateur de Hertz a été remplacé par une ampoule de Crookes.

On constate que, si l'air soumis à l'action des rayons X traverse le four électrique encore froid, la chute de potentiel est plus rapide pour l'électricité négative que pour l'électricité positive. Sous l'action du rayonnement du four électrique, j'ai pu observer, en opérant sans courant d'air, *une accélération dans la décharge pour l'électricité négative* et un arrêt analogue à celui constaté avec l'ultraviolet, pour l'électricité positive.

Chute de potentiel en 1 min. sans rayons X $2^{v}1$

Electricité négative

Avec rayons X	Avec rayons X et four électrique
$43^{v}7$	$46^{v}5$
$43^{v}7$	$46^{v}5$

Electricité positive

$12^{v}7$	$2^{v}1$
$15^{v}3$	$2^{v}1$

Si l'air ionisé est entraîné par un courant d'air, il se produit un arrêt dans la décharge, dépendant de la nature de l'électricité de la plaque de laiton.

Chute de potentiel en 30 s. sans rayons X 1^{v}.

Electricité négative

Avec rayons X	Avec rayons X et four électrique
$62^{v}2$	$33^{v}8$
$62^{v}2$	$33^{v}8$

Electricité positive

$17^{v}5$	0
$17^{v}5$	0

Il résulte ce ces recherches qu'un même agent, le rayonnement du four électrique, produit des effets variables, suivant que la ionisation est due aux rayons ultraviolets ou aux rayons X. Ces deux phénomènes semblent ainsi ne pas différer uniquement par leur intensité, mais aussi par leur nature. Les observations qui précèdent jetteront, peut-être, quelque lumière sur le mécanisme de l'ionisation encore si imparfaitement connu.

M. Paul-L. Mercanton (Lausanne) a étudié, en 1908 et 1909, *l'allure du mouvement superficiel du glacier inférieur d'Arolla*. Ce glacier se compose d'un corps central de beaucoup le plus puissant, et de deux corps latéraux très réduits par le régime de décrue qui prévaut depuis longtemps dans les glaciers alpins.

L'un de ces corps latéraux, l'oriental, reliquat du courant de glace venant du Haut-Glacier d'Arolla.

Za de Zan n'est plus guère alimenté par son collecteur; une coupure s'est dessinée au pied du Mont-Collon et va en s'accentuant.

L'auteur, obéissant au programme fixé par le Comité de la Fondation Agassiz, a recherché l'influence de ces masses laterales inertes sur le mouvement général du glacier. Cette influence s'est montrée insignifiante et n'a pu être reconnue avec certitude.

Les mensurations ont fourni cependant des données précieuses pour l'avenir. En outre, elles ont mis en évidence un fait intéressant : dans sa zone d'altitude moyenne (ligne rouge) le glacier présente deux régimes d'écoulement distincts; la partie occidentale de l'appareil formé de glace pure, a une ablation et un mouvement superficiel près de deux fois plus rapides que ceux de la partie orientale, recouverte de moraines.

Le glacier d'Arolla était en décrue accentuée.

M. P.-L. Mercanton exécute ensuite devant l'assemblée une expérience simple qu'il a imaginée pour démontrer dans un cours les *effets de la convection et de la conduction thermique des gaz*. Une lampe à incandescence, à filament de charbon, de 10 bougies, 125 volts, remplie à la pression ordinaire de gaz d'éclairage, fonctionne en regard d'une lampe ordinaire du même type. Toutes deux sont alimentées par la même tension : le filament de la lampe au gaz d'éclairage devient à peine lumineux.

Pr. Raoul Gautier (Genève). — *Le retour de froid en juin.* Ce phénomène météorologique a été signalé d'abord par

M. le professeur Hellmann[1] puis a été l'objet en 1902 d'une étude complète par M. W. Marten[2]. Les conclusions du dernier de ces auteurs sont que, pour la période qui s'étend sur la majeure partie du dernier demi-siècle, il y a pour l'Europe centrale un retour marqué de froid dans la 2e décade (3e et 4e pentades) du mois de juin.

Les séries de Bruxelles, Paris, Genève, villes situées dans la région où le phénomène se manifeste, mais qui remontent plus haut en arrière font exception. Il a donc paru intéressant à MM. Gautier et Duaime d'étudier le phénomène sur les longues séries de Genève et du Grand Saint-Bernard. Voici, brièvement résumé, le résultat de cette étude.

Pour les 30 à 40 dernières années (1876-1910) le retour de froid au milieu de juin est très accusé à Genève comme au Saint-Bernard. La période antérieure, traitée pour Genève par Emile Plantamour (1826-1875), montre, au contraire, un accroissement graduel de la température du commencement à la fin du mois. Mais si l'on coupe cette période en deux périodes de 25 ans, on trouve, en moyenne, pour la 1re (1826-1850), un petit retour de froid à la 2me pentade et, pour le 2me (1851-1875) un petit retour à la 4me seulement.

MM. Gautier et Duaime ont alors cherché, sur les observations plus anciennes qui ont en tous cas une valeur relative, ce qui en avait été pendant la période de 1796 à 1825. Cette période donne un milieu de mois chaud et un petit retour de froid à la 5me pentade.

Pour l'ensemble de la période, 1796-1910, on constate une ascension graduelle de la température du commencement à la fin du mois avec ralentissement au milieu. Ainsi le retour de froid, très marqué, constaté par tous les auteurs, pour la fin du XIXe siècle, ne se présente pas au même moment aux époques antérieures. Il semble

[1] *Meteorologische Zeitschrift*, 1877, vol. XII, p. 1.

[2] Ueber die Kälterückfälle im Juni, von W. Marten. *Abhandlungen des K. preussischen Meteorologischen Instituts* v. II. N° 3. Berlin 1902.

donc que l'on ait affaire ici à un phénomène qui se manifeste, suivant la période, tantôt à un certain moment du mois de juin, tantôt à un autre.

M. Marten a réussi à rattacher le retour de froid aux circonstances atmosphériques générales. D'après l'étude détaillée qu'il a faite pour la période de 1881 à 1899, sur les cartes synoptiques du temps, le retour de froid au milieu de juin concorde avec la répartition suivante des pressions : anticyclone à l'ouest sur l'Atlantique, dépressions à l'est et au nord-est. Il en résulte, comme l'indiquait déjà M. Hellmann en 1877, la prédominance des vents du nord et nord-ouest qui amènent de l'air froid sur l'Europe centrale.

M. Gautier a vérifié qu'il en a été de même de 1900 à 1910. Pour les périodes, avant 1881, et surtout avant 1864, les cartes synoptiques manquent : mais on peut inférer de ce qui précède, qu'aux périodes précédentes, cette répartition spéciale des pressions trouvée par M. Marten, et qui amène le froid sur l'Europe centrale, ne se manifestait pas de préférence au milieu de juin, comme durant la période actuelle, mais à des époques différentes du mois, suivant les périodes.

F. Klingelfuss (Bâle). — *Mesure de la dureté des rayons Röngten.*

L'instrument le plus répandu pour cette mesure est l'échelle de Benoît. En photographiant cette échelle au moyen de rayons Röntgen, l'image ainsi obtenue permet de lire assez exactement la dureté de ces rayons. On est conduit à des erreurs plus considérables en cherchant à déterminer la dureté au moyen de la longueur de l'étincelle ou de son potentiel[1]. Ceci provient de la tension de l'oscillation supérieure qu'il n'est pas possible de contrôler; seule sa limite inférieure, soit le potentiel de décharge est mesurable avec les moyens actuels (après déduction du travail de ionisation). La formation de l'oscillation supérieure

[1] Bergonié, *Arch. d'électr. médicale*, 1907, n° 108.

est nécessaire pour des décharges à travers des résistances gazeuses pour autant que l'ionisation effective de la couche de gaz et par conséquent la possibilité d'y faire passer un courant électrique en dépend. Lorsque la couche de gaz est suffisamment ionisée, la décharge électrique peut se produire à une tension beaucoup moindre. La ionisation demande d'après la charge d'un tube de Röntgen 30 à 90 % de l'énergie fournie à l'inducteur. Ce n'est que le reste qui est transformé jusqu'à un certain point en rayons cathodiques et en rayons Röntgen. Les oscillations supérieures ne se forment qu'aux extrémités des bobines; grâce à la forte selfinduction elles ne se propagent pas dans le milieu de la bobine secondaire [1]. Si donc l'on relie, au milieu de la bobine et à un nombre connu de tours un appareil à mesurer la tension, on peut mesurer, comme on le sait, la tension de l'onde amortie, sans que l'oscillation supérieure s'y ajoute.

Les tensions mesurées pour quelques longueurs d'étincelles sont données ci-dessous avec les valeurs moyennes des potentiels de décharge qui leur correspondent.

Longueur de l'étincelle entre la pointe + et le plateau —.	Tension de l'onde amortie.	Potentiel de décharge moyen [2].
cm.	volts	volts
10	13.600	89.000
20	20.000	133.000
30	24.500	178.000
40	30.600	222.000
50	36.200	267.000

En exposant une plaque photographique en même temps que l'on observe l'échelle de Benoît, on peut observer que des degrés de duretés absolument déterminés correspondent à des tensions absolument déterminées

[1] F. Klingelfuss, *Verh. d. Naturf. Ges. Basel,* 1910, XXI, p. 61.

[2] M. Töpler. *Ann. d. phys.* 1906, 19, p. 208. Les chiffres donnés ici ont été calculés à partir de l'intensité I, comme moyennes, avec la formule $\Delta_2 = J_1 C$; $C = 10^6 \sqrt{\frac{L(1-\varepsilon^2)}{K}} \cdot \frac{n^2}{n^1}$

également. Les valeurs obtenues au moyen d'un grand nombre d'expériences sont réunis ci-dessous :

Dureté.....	2	3	4	5	6	7	8	unités Benoît
Tension de l'onde amortie.....	7700	8800	10400	13600	19000	26000	34000	volts

On peut donc calibrer l'échelle de l'instrument en unités Benoît, et obtenir ainsi un instrument mesurant directement la dureté, un scaromètre. On peut lire encore avec sûreté des fractions de ces unités. Le calibrage de la bobine de mesure a été effectué pour l'échelle de l'instrument à fil chauffable, calibrée en volt, pour le courant continu avec 50 interruptions du courant d'aimantation.

Comme en se servant d'une tension plus élevée il se forme à un même tube des rayons Röntgen plus durs, on peut avec ce dispositif, et dans l'intervalle des limites possibles, régler un tube à la dureté voulue des rayons. De nombreuses expériences ont montré que les réactions photochimiques exercées par les rayons Röntgen à une certaine distance du tube sont proportionnelles à l'énergie de l'onde amortie lorsque la tension en volt n'est pas estimée en unités Benoît[1]. Comme les mesures pour déterminer la tension totale doivent être multipliées par le rapport de l'enroulement de la bobine de mesure à celui de la bobine secondaire, c'est-à-dire par une constante, on peut faire entrer les lectures faites à l'appareil de mesure directement dans les calculs.

Soit H la tension partielle lue à un milliampèremètre Deprez pour une déviation égale à I, le travail effectué par les rayons Röntgen dans le temps t à une certaine distance à travers l'air pour des tubes de même dureté spécifique et de mêmes propriétés est représenté par

$$C = HIt$$

à l'aide de cette formule, on peut calibrer les tubes de Röntgen et déterminer les écarts qui proviennent de différentes causes, comme par exemple de la grande

[1] F. Klingelfuss, *Verhand. d. d. Röntgenges.* 1908, IV, p. 145.

absorption par la paroi de verre. A. Jaubert de Beaujon [1] a trouvé que cette relation est confirmée en remplaçant l'effet photo-chimique par la décharge, au moyen des rayons Röntgen, d'un électromètre chargé à un potentiel connu.

J.-Y. Buchanan. — *Action du rayonnement solaire sur la glace du glacier.*

La radiation solaire a pour effet principal sur le glacier de produire à sa surface une couche blanche de 1 à 2 mètres d'épaisseur. Cette couche une fois enlevée, on trouve la glace bleue. Une courte exposition de celle-ci au soleil y fait apparaître la délinéation du grain. Les lignes représentent les endroits de la masse granuleuse où des impuretés facilitent la fusion. Un échauffement de la glace dû à la seule convection aurait pour résultat une surface de fusion lisse, ce qui rendrait la marche sur le glacier à peine possible.

L'auteur s'est demandé s'il existe de la glace blanche dans l'intérieur même du glacier. Il a utilisé pour résoudre la question, la grotte artificielle au glacier de Morteratsch et a trouvé des différences sensibles dans l'aspect de ses parois depuis 1906. En janvier 1907, elles étaient tapissées de cristaux de givre.

A l'entrée de la grotte, exposées qu'elles sont au rayonnement direct et réfléchi du soleil, les parois ont la structure blanche ordinaire, sur deux mètres d'épaisseur environ. A 4 ou 5 m. de l'entrée, le grain n'est plus apparent. La glace est presque dénuée de bulles d'air.

L'auteur conclut de ses observations que la glace blanche peut bien ne pas faire totalement défaut dans le corps du glacier, mais n'y est sûrement pas en quantité suffisante pour former avec la glace bleue une structure rubanée généralisée (Bänderstruktur).

Un glacier qui n'aurait jamais subi l'action du rayonnement, apparaîtrait d'un bleu intense au premier instant

[1] A. Jaubert de Beaujon. *Arch. d'Electr. médicale*, 1910, n° 286.

d'éclairement, mais pâlirait aussitôt pour devenir d'un blanc éclatant. Un glacier est une masse bleue à écorce blanche de 1 à 2 mètres d'épaisseur.

Les icebergs permettent de constater mieux ceci : leur surface exposée à l'air, est blanche ; leur portion protégée par l'eau de mer contre le rayonnement chaud du soleil est bleue. Quand ils basculent, sous l'effet de leur fusion progressive qui les désiquilibre, ils laissent émerger leurs portions immergées qui montrent un bleu intense. Les petits icebergs de l'Aletsch, au lac de Merjelen, apparaissent aussi également bleus.

Ainsi l'eau douce comme l'eau salée protègent la glace contre le réchauffement par radiation, mais en s'échauffant elles-mêmes. Ainsi s'échauffe la pellicule d'eau qui sépare les grains du glacier et en désarticule peu à peu la masse compacte.

Prof. H. Baumhauer (Fribourg). — *Sur l'absorption et la réfraction de la lumière dans le cyanure double de platine.*

L'auteur présente une série de cyanures doubles de Pt : 1. Sodium ; 2. Strontium ; 3. Rubidium ; 4. Calcium ; 5. Baryum ; 6. Rubidium lithium ; 7. Sodium potassium ; 8. Potassium lithium ; 9. Yttrium. La cristallisation se fait pour 1 dans le système triclinique, pour 2, 3, 5, 7 dans le système monoclinique, pour 4, 6, 8, 9 dans le système rhombique. Les couleurs sont les suivantes : 1 et 2 sans couleur, 3 vert clair, 4 vert jaune, 5 jaune d'or, 6 jaune, 7 orange, 8 rouge orange, 9 rouge foncé. A l'exception de 1 ces cristaux sont fluorescents, 2 violet, 3 bleu azur, 4 à 7 vert, 8 jaune, 9 rouge cerise (pour ce dernier la couleur est difficile à déterminer). En même temps que la fluorescence on remarque l'éclat métallique (à l'exception de 2 et 3) qui est violet bleu, pour 4 et 6, bleu pour 7 et 8 vert pour 9. La lumière en est polarisée dans un plan passant par la longueur de ces cristaux généralement prismatiques. Les couleurs se modifient un peu avec l'angle d'incidence de la lumière et la face sur laquelle elle tombe.

La lumière de la fluorescence est dans la plupart des cas polarisée perpendiculairement à celle de l'éclat métallique. Ces faits ont été constatés il y a 50 ans déjà par Haidinger et Grailien.

L'absorption et la réfraction de la lumière sont étroitement liées aux phénomènes exposés ci-dessus. Les sels de platine en question sont ordonnés dans la série ci-dessus selon leur absorption qui s'étend depuis l'ultraviolet jusqu'à 390 $\mu\mu$ pour le sel de sodium et 580 $\mu\mu$ pour le sel d'Yttrium. L'absorption, cependant, est généralement de deux sortes : l'absorption élective et l'absorption générale. La première qui a lieu dans les couches superficielles est liée à la réflexion des rayons polarisés qui occasionnent l'éclat métallique ; la seconde se rapporte aux rayons vibrant perpendiculairement aux premiers qui sont absorbés plus profondément et sont probablement transformés en partie en lumière fluorescente. Le résultat des deux modes d'absorption est le même lorsque les cristaux sont assez épais et la couleur du corps dépend par conséquent de la couleur de l'éclat et de celle de la fluorescence dont les ondes lumineuses sont plus longues. Le rapport entre les indices de réfraction et l'absorption sont spécialement remarquables pour les sels colorés 3 à 9. Pour tous ces cristaux positifs au point de vue optique, l'indice de réfraction principal, γ, correspondant à la direction d'oscillation parallèle ou à peu près à l'axe vertical ou à l'axe du prisme, est beaucoup plus grand que les autres indices α et β qui ont à peu près la même valeur. γ croît lorsque la longueur d'onde diminue et cela d'autant plus que les variations se rapprochent de la région d'absorption où il prend une valeur énorme (dispersion anormale). La double réfraction croît pour ces sels dans la proportion pour laquelle la région de l'absorption s'étend du violet au rouge.

Les picrates de potassium et d'ammonium présentent des phénomènes analogues ; seulement β et γ ont des valeurs presque égales et α est beaucoup plus grand. Ces sels cristallisent dans le système rhombique ; ils sont

optiquement négatifs ; d'après v. Lang ils présentent sur les faces du prisme un éclat métallique bleu d'acier, polarisé perpendiculairement à l'axe $c = a$. Ils ne présentent pas de fluorescence et ils n'ont d'analogie avec le cyanure double de platine qu'en ce qui concerne l'absorption de la région violette du spectre. L'absorption est plus forte pour les rayons vibrant horizontalement, plus réfrangibles, que pour ceux qui vibrent verticalement. C'est pourquoi la valeur de la double réfraction γ-β diminue en même temps que λ tandis que γ-α augmente. Les deux indices β et γ se rapprochent dans la direction du bleu et leurs courbes se croisent dans le voisinage de la région d'absorption qui commence là, bien que la chose ne puisse plus être constatée expérimentalement par la mesure directe des indices. Il s'en suit cependant que des lames de ces substances, taillées selon la base, présentent dans le conoscope un phénomène absolument semblable à celui d'une lame de Brookite taillée selon le macropinacoïde, c'est-à-dire que les axes pour le rouge et le bleu sont croisés. Pour une longueur d'onde déterminée on aurait apparemment des cristaux uniaxes, et comme les cyanures doubles de *Pt*, grâce aux valeurs très rapprochées de α et β peuvent être comparées à des cristaux uniaxes, on aurait dans tous les cas ci-dessus des cristaux dont l'éclat métallique vibre suivant un plan passant par l'axe principal apparent ou perpendiculairement à la direction de cet axe.

Les sels de sodium et de strontium se comportent d'une manière toute spéciale. Le premier ne présente d'absorption complète que dans l'ultra violet et pas de fluorescence ; le second absorbe encore une partie du violet et presente une fluorescence violette, dont la polarisation n'a pas encore été déterminée d'une façon certaine. Le premier et probablement aussi le second est optiquement négatif ; l'axe de plus grande élasticité à l'éther est presque parallèle à l'axe c ; sous ce rapport il se rattache par conséquent aux picrates dont il a été parlé. Pour tous les deux, la dispersion est plus forte pour les rayons moins réfrangibles que pour les rayons plus réfrangibles et la

double réfraction diminue en même temps que la longueur d'onde.

Les recherches exactes sur ces cristaux sont rendues difficiles à cause des dédoublements qui se forment très facilement, aussi par pression ; en conséquence, ils présentent pour différentes couleurs des positions très différentes des axes d'élasticité.

M. le Prof. A. Einstein (Zurich) présente des considérations *sur les forces pondéromotrices qui agissent sur des conducteurs ferromagnétiques disposés dans un champ magnétique et parcourus par un courant.*

Sur un conducteur parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique H agit une force pondéromotrice dont la formule est

$$F = [iH] \qquad (1)$$

dans laquelle i est le vecteur de la densité du courant et l'expression entre crochets le produit vectoriel.

Cette formule s'applique en particulier au cas où le corps conducteur du courant n'est pas susceptible d'aimantation, c'est-à-dire que l'induction mathématique B est égale à l'intensité du champ magnétique H. Si le conducteur du courant est aimantable, si par conséquent son état magnétique est caractérisé par les deux vecteurs H et B différents l'un de l'autre on doit se demander duquel de ces deux vecteurs résulte la force pondéromotrice cherchée.

Jusqu'ici ce rôle était attribué à B et on admettait que :

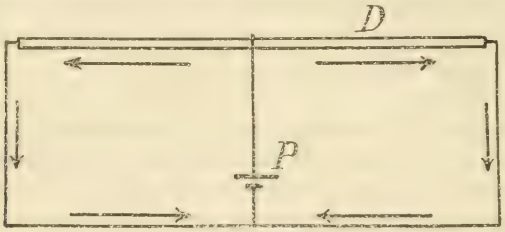
$$F = [iB] \qquad (2)$$

Mais nous montrerons par un cas spécial simple que même dans le cas d'un conducteur magnétique la formule (1) est la vraie.

Soit D un disque métallique traversé par un courant allant de son centre à sa circonférence. Ce courant est fourni par une pile P, les autres lignes de la figure complètent le circuit.

En vertu du principe de l'égalité de l'action et de la réaction quelle que soit la matière du disque la résultante

de toutes les forces électrodynamiques agissant sur les différentes parties du système est nulle. Il doit spécialement en être ainsi dans le cas où le disque D est formé d'une substance non magnétique (B = H).



Examinons en second lieu le cas où le disque est constitué d'un métal magnétique dur, par exemple d'acier, et qu'il constitue un aimant permanent avec lignes de force distribuées en circonférences sur son centre. Dans ce cas le champ magnétique produit par le passage du courant dans le disque se superpose au champ magnétique résultant de cette aimantation du disque. Si nous appelons H_m l'intensité de ce dernier champ, B_m son induction, des raisons de symétrie nous permettent de conclure des équations de Maxwell que

$$H_m = 0$$

or évidemment B_m n'est pas égal à O.

D'autre part, l'aimantation additionnelle considérée ne peut faire naître une force pondéromotrice additionnelle correspondante, car cette dernière étant la seule force pondéromotrice surgissant, le système violerait la loi de l'égalité de l'action et de la réaction.

La force pondéromotrice additionnelle disparaît donc avec H_m même si B_m diffère de zéro. Il s'en suit que c'est bien la formule (1) et non la formule (2) qui satisfait le principe de l'égalité de l'action et de la réaction.

M. le Dr H. Zickendraht (Bâle) présente un *appareil pour la démonstration des lois principales de la résistance de l'air*[1]. Une tige horizontale est suspendue à la cardan

[1] Voir *Verh. d. Naturf. Ges. Basel*, 1910, T. XXI, p. 41.

en son milieu. A l'une des extrémités viennent se fixer les surfaces que l'on veut soumettre à l'expérience (plaques planes ou courbes). Un contrepoids équilibre le système. A l'autre extrémité deux ressorts à boudin agissent sur la tige, l'un dans le sens horizontal, l'autre verticalement. A ces ressorts sont fixées les ficelles s'enroulant sur deux petits tambours, tournant à frottement dur dans leurs supports. Une aiguille fixée à chaque tambour permet de lire sur des cercles gradués empiriquement la tension en grammes des deux ressorts. Au moyen d'un ventilateur mu par un moteur électrique on chasse un courant d'air horizontal contre la surface mise à l'étude. L'inclinaison de la surface par rapport à la direction de l'air peut être variée à volonté. La force de l'air contre la surface se divise en une composante horizontale et une verticale, qui ont pour effet de faire fléchir la tige. On la ramène au moyen des deux tambours dans sa position normale. Sur les cadrans on peut ainsi lire en grammes la valeur des deux composantes pour la vitesse du courant d'air donnée.

Un anémomètre de Fuess permettait de mesurer la vitesse de l'air et un petit cercle gradué de mesurer l'angle d'incidence α de l'air contre la surface (c'est-à-dire l'angle entre l'air et la plaque).

1. *Surface plane.* — La formule $R = \sqrt{H^2 + V^2}$ permet de calculer la force R normale à la surface plane, lorsque on a mesuré au moyen de l'appareil les composantes H et V. La résultante devant être normale au plan on a ainsi une vérification pour l'exactitude des mesures, car on doit toujours trouver

$$\frac{H}{V} = tg \, . \, \alpha$$

En faisant varier α de 0 à 90 degrés, les valeurs de H et V suivent les lois indiquées par les courbes de la figure 1.

Appelons R_α et R_{90} les résultantes normales pour les angles α et 90 degrés. Si tout se passait comme dans la théorie du parallélogramme des vecteurs, on devrait avoir la relation

$$R_\alpha = R_{90} \sin \alpha$$

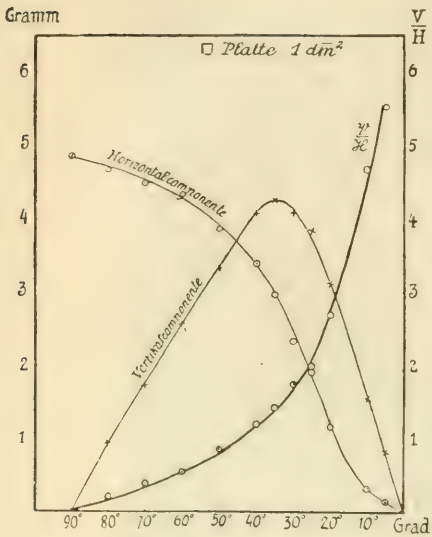


Fig. 1

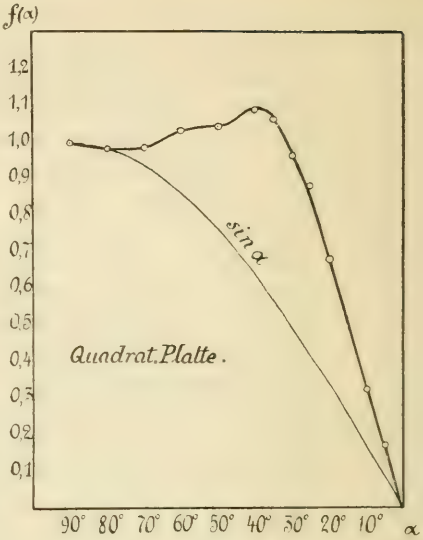


Fig. 2

Les mesures ont démontré que les choses se passent autrement et qu'il existe une valeur d'α pour laquelle le rapport $\frac{R_\alpha}{R_{90}}$ est supérieur à l'unité ainsi qu'il a été démontré par Dines, Mannesmann, etc. Cet angle critique varie suivant les circonstances entre 35 et 40 degrés.

2. *Surfaces courbes.* — On a soumis à l'étude encore une surface courbée selon l'usage adopté dans l'aviation et l'on a pu se rendre compte de la position la plus favorable pour obtenir le meilleur rendement.

De nouvelles études sont en voie d'exécution.

M. C.-E. Guye (Genève), empêché de venir à Bâle, envoie, en collaboration avec Mlle Karpowa, une note *sur l'aimantation en fonction de la fréquence.*

On peut étudier la variation de perméabilité magnétique d'un corps soumis à des aimantations alternatives par l'observation directe des cycles tracés par un faisceau cathodique dévié.

Malheureusement, ce genre de méthodes est en général peu précis, la trace fluorescente du faisceau ayant une certaine largeur, et le cycle observé étant la superposition d'un grand nombre de cycles successifs.

Nous avons étudié ces variations par une méthode moins directe, mais plus précise, dont le principe est le suivant: Le courant d'un alternateur haute fréquence (300 à 1200 périodes), après avoir traversé un ampèremètre thermique, est envoyé dans le circuit primaire qui recouvre un tore de fil de fer suffisamment fin pour que l'on puisse négliger complètement l'action des courants de Foucault (fil de fer 0,04 ^{mm} de diamètre).

Un second enroulement (en manganine) est en rapport avec un électromètre de Wulf (électromètre à fil de quartz, de très faible capacité). L'emploi d'un électromètre a l'avantage de supprimer tout courant secondaire appréciable, et par conséquent toute réaction magnétisante. En supprimant les courants de Foucault, d'une part, et le courant secondaire d'autre part, la seule action magnétisante qui demeure est celle du courant primaire, mesuré par l'ampèremètre thermique.

L'enroulemeut secondaire est sectionné en quatre parties, qui sont utilisées de la façon suivante pour chaque intensité du courant:

Fréquence	250	(enroulement	1, 2, 3, 4	en tension)	
»	500	(»	1, 2,	»	)
»	500	(»	3, 4,	»	)
»	1000	(»	1	»	)
»	1000	(»	2	»	)
»	1000	(»	3	»	)
»	1000	(»	4	»	)

On constate que dans ces conditions la déviation à l'électromètre reste la même, aux erreurs d'expériences près (1).

La conclusion la plus vraisemblable à tirer de ce résultat est que la courbe d'aimantation, dans la limite de ces expériences, n'est pas altérée par la fréquence.

En effet, en désignant par E_1 et E_2 les *f-e-m.* efficaces

correspondant à deux fréquences, et par N_1 et N_2 le nombre des spires secondaires utilisées, on a

$$E_1^2 = N_1^2 \int_0^1 \left(\frac{d\varphi_1}{dt}\right)^2 dt$$

$$E_2^2 = N_2^2 \int_0^1 \left(\frac{d\varphi_2}{dt}\right)^2 dt$$

φ_1 et φ_2 étant le flux créé dans la section du tore, comme on trouve expérimentalement $E_1^2 = E_2^2$ il faut que

$$\frac{N_1^2}{N_2^2} = \frac{\int_0^1 \left(\frac{d\varphi_2}{dt}\right)^2 dt}{\int_0^1 \left(\frac{d\varphi_2}{dt}\right)^2 dt} \qquad (1)$$

Pour satisfaire cette relation, le plus simple est de supposer :

$$\frac{d\varphi_2}{dt} = \frac{N_1}{N_2} \frac{d\varphi_1}{dt}$$

c'est-à-dire que l'allure des courbes d'aimantation n'est pas modifiée par la fréquence, mais que le cycle est parcouru plus ou moins rapidement. Il semble, en effet, fort peu vraisemblable que les courbes φ_1 et φ_2 soient modifiées par la fréquence et que par une sorte de compensation singulière les intégrales ci-dessus satisfassent exactement à la relation (1).

Il convient de remarquer que si l'allure de la courbe de magnétisation est indépendante de la fréquence, il en résulte implicitement que la perte consommée dans chaque cycle d'aimantation doit l'être aussi.

Nous nous proposons de contrôler ce dernier point par des mesures directes, si la sensibilité respective des deux méthodes le permet.

Il importe de remarquer, enfin, que les résultats précédents sont obtenus après avoir éliminé par l'expérience toute action parasite; en second lieu, ils sont absolument indépendants de la graduation de l'électromètre, puisque dans toutes les mesures comparatives on avait la même déviation.

Les résultats complets seront publiés et discutés ultérieurement.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

O.-D. Chwolson. — Traité de physique. Ouvrage traduit sur les éditions russe et allemande par E. Davaux, tome III, 2me fascicule, avec 206 figures dans le texte. Paris, Librairie scientifique A. Hermann et fils, 1910.

Cette nouvelle édition du grand et beau traité dû à la plume du savant professeur de l'Université de St-Pétersbourg est la première en langue française. Elle a été revue et considérablement augmentée par l'auteur et complétée par des notes de MM. E. et F. Cosserat sur la physique théorique. Cette importante publication à laquelle MM. Hermann et fils à Paris consacrent tous leurs soins, est forcément une œuvre de longue haleine et les différents fascicules qui la composent ne se succèdent pas tous dans l'ordre, ce qui n'enlève rien à leur prix. Nous avons déjà annoncé le 1er fascicule du tome IV paru en 1909 [1] et maintenant il s'agit du 2me fascicule du t. III qu'il complète. Il comprend la thermodynamique générale, la fusion, la vaporisation. Il était impatiemment attendu et sera le très bien venu.

H.-A. Lorentz. — Sichtbare und unsichtbare Bewegungen, aus d. Holländ. übers. von G. Siebert, 1 vol. de 124 p. avec 40 fig. dans le texte. Braunschweig, Fr. Vieweg u. S., 1910.

Le succès qu'avait eu la publication de cet ouvrage a engagé la maison Vieweg de Brunswick à le rééditer à peu près tel quel. Il contient la traduction en allemand de

[1] *Archives*, 1910, t. XXIX, p. 234.

sept conférences faites par M. Lorentz à la Société d'Utilité publique de La Haye sur la conception actuelle du mouvement en physique, dans ses formes les plus diverses. Les deux premières exposent les notions de force, matière, accélération, pour aboutir à celle de l'attraction universelle. Les deux suivantes traitent du mouvement oscillatoire avec application à la théorie du son et à celle de la lumière. La 5me concerne les mouvements des molécules gazeuses et la mesure de leurs vitesses ; la 6me les phénomènes électriques, la théorie des électrons, l'effet Zeeman ; la 7me enfin reprend dans l'ensemble tous les phénomènes passés en revue dans les précédentes pour les ramener tous au principe général de la conservation de l'énergie. Ce dernier chapitre se recommande tout spécialement à l'attention du lecteur.

CHIMIE PHYSIQUE

J. Munoz del Castillo. — Observation relative a la classification des corps simples, *Boletin del Laboratorio de Radiactividad*, vol. I, n° 7.

Nous recevons le ne 7 du *Boletin de Radiactividad* de l'Université de Madrid qui contient entre autres une note de son directeur, le prof. Munoz del Castillo sur la classification des corps simples à propos des idées de M. Ramsay sur la dégradation des éléments. Nous tenons à signaler ici cette observation relative à une question si actuelle.

E. Morales Chofré. — Constantes radioactives et chimico-physiques de quelques eaux thermales d'Espagne (ib.).

Nous trouvons dans ce même numéro du *Boletin* une notice sur les propriétés radioactives de plusieurs sources thermales d'Espagne, sujet qui intéresse non seulement

ceux qui se vouent à l'étude de la radioactivité, mais les propriétaires de sources et les médecins qui en utilisent les effets. On sait que le savant directeur du Laboratoire de radioactivité de Madrid a trouvé dans son pays des eaux très exceptionnellement radioactives, celles du Lerez, par exemple, dans la Sierra Guadarama, où il a découvert une nouvelle substance active, la Guadaramite[1].

CHIMIE

Analyse des travaux de chimie faits en Suisse.

H. Dumont et J. Tambor. — Sur la diméthoxy-1-3-coumaranone. (*Berichte der Deutschen chem. Ges.*, t. 43, 1910, p. 1969. Berne. Laboratoire de l'Université.)

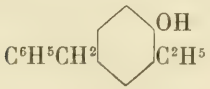
L'éther triméthylique de l'α-brom-phloracétophénone, aiguilles incolores, F=126°, que l'on obtient par l'action du bromure d'acétyle dans peu de CS^2, sur l'éther triméthylique de la phloroglucine en présence de chlorure d'aluminium, se transforme par ébullition avec l'acétate de soude en solution dans l'alcool absolu, en diméthoxy-1-3-coumaranone, aiguilles incolores, F=132°. Cette combinaison est identique à celle qui a déja été décrite par Friedlænder, mais préparée par une autre méthode. Elle se condense nettement et à froid, avec les aldéhydes. En la combinant par exemple avec les éthers diméthyliques de quelques dioxybenzaldéhydes les auteurs ont préparé les trois isomères suivants : tetraméthoxy-1-3-2'-3'benzylidène-coumaranone, aiguilles jaunes, F=166°, soluble dans H^2SO^4 conc. en rouge ; 1-3-2'-4' aiguilles jaunes, F=209°; 1-3-3'-4' aiguilles jaunes, F=175°, ces deux derniers se dissolvent dans H^2SO^4 conc. en rouge sang.

[1] *Archives*, 1908, t. XXV, p. 339.

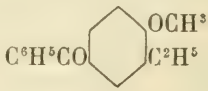
Ch. Marschalk. — Détermination de la constitution des cétones coumaraniques. — (*Ber. d. Deutsch. chem. Ges.*, 1910, t. 43, p. 1695 ; Institut médico-chimique de l'Université de Berne.)

L'auteur a réussi à scinder la benzyl-coumarane en la faisant bouillir avec HJ de D = 1,7 pendant 6 heures ; il se forme une huile brune, en partie insoluble dans la lessive de soude, qui a été de nouveau bouillie pendant 8 heures en solution alcoolique-chlorhydrique avec *Zn* en poudre ; on obtient ainsi du benzyl-o-éthylphénol (I) bouillant à 322° sous une P = 718 mm. et dont l'éther méthylique bout à 308°-312° sous P = 720 mm.

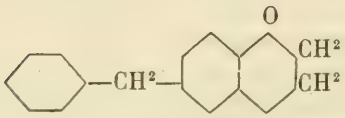
La constitution de ce composé a été établie en en faisant la synthèse au moyen de l'éthylanisol. Ce dernier a été obtenu lui-même en réduisant, avec Na et de l'alcool, l'o-oxystyrol formé. Il a été transformé ensuite en p-benzoyl-o-éthylanisol (II) qui fournit par réduction le composé cherché. Il en résulte que dans la formation des cétones coumaraniques par condensation des clorures acides aromatiques avec la coumarane, le résidu acide entre en position para relativement à l'oxygène qui réunit les deux noyaux et que la p-benzyl-coumarane, que von Kostanecki propose d'appeler « depsane » correspond bien à la formule (III) qui avait été supposée exacte précédemment.



I



II



III

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

D'AOUT 1910

Le 1, pluie dans la nuit ; rosée le soir.
2, rosée le matin ; pluie et forts orages l'après-midi.
3, pluie dans la nuit et pendant la plus grande partie de la journée.
4, orage à 7 h. et pluie depuis 7 h. 30 m. du soir.
5, pluie à 10 h. 15 m. du matin, de 2 h. 10 m. à 3 h. 30 m. et de 7 h. 10 m. à 9 h. 30 m. du soir ; orage à 7 h. du soir.
6, pluie dans la nuit.
les 7 et 8, forte rosée le matin.
le 8, les dernières taches de neige ont enfin disparu sur le Jura.
9, pluie dans la nuit.
10, pluie dans la nuit ; averses l'après-midi.
11, pluie dans la nuit ; orage à 12 h. 45 m.
les 12, 13 et 14, rosée le matin et le soir.
le 15, forte rosée le matin ; orage le soir.
les 17, 18, 19 et 21, rosée le matin.
le 21, éclairs à l'E. dans la soirée.
22, forte pluie de 7 h. 15 m. à 9 h. 45 m. du matin.
les 23 et 24, rosée le matin.
le 25, faible pluie dans la nuit.
26, forte rosée le matin ; fort orage et pluie de 6 h. à 9 h. du soir.
27, forte pluie dans la nuit.
28, rosée le matin et le soir.
29, pluie pendant la plus grande partie de la journée.
30, pluie dans la nuit.
31, petites averses dans la journée.

GENÈVE — AOUT 1910

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.										mm.		
1	26.6	25.6	25.0	25.74	- 2.18	24.6	26.7	WSW. 1	N. 1	N. 1	N. 1	3.3	9	3	1	4	10.8	...	....
2	24.9	24.2	25.9	24.99	- 2.94	24.2	26.4	WNW. 0	NNW. 0	SSW. 1	SSW. 1	2.9	7	10	1	7	3.3	12.3	9
3	24 7	23.7	24.9	24.50	- 3.44	23.6	25.3	SSW. 1	WSW. 1	SW. 1	var.	2.5	10	10	9	10	0.1	16.3	11
4	23.7	22.0	23.5	22.99	- 4.96	21.2	24.3	SW. 1	W. 1	S. 1	SSW. 1	3.8	9	4	10	9	4.1	13.1	5
5	24.9	25.4	28.0	25.44	- 2.51	24.0	28.0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	7.3	5	8	10	8	8.0	16 2	8
6	28.8	29.1	28.9	28.73	+ 0.77	28.0	29.4	WSW. 0	SW. 1	SW. 0	SW. 1	4.2	9	7	2	6	6.5	0.1	....
7	28.4	27.9	26.3	27.56	- 0.40	25.7	28.7	SW. 0	N. 1	WNW. 0	N. 1	4.6	2	2	0	2	12.4	...	....
8	25.7	24.1	22.8	24.51	- 3.45	22.5	26.2	WNW. 0	N. 1	N. 1	N. 1	4.8	1	9	1	5	8.9	2.1	1
9	20.9	21.2	22.2	**21.67**	**- 6.30**	**20.8**	22.6	NNW. 0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	4.2	9	10	10	9	1.7	0.3	....
10	22.4	22.9	24.0	22.87	- 5.10	22.2	24.5	NW. 1	W. 1	NNE. 1	NNE. 1	3.6	8	9	10	9	3.8	1.4	2
11	26.1	27 3	30.1	27.29	- 0.68	24.7	30.4	N. 1	NW. 1	NNW. 1	NW. 1	6.5	3	8	1	4	6.8	1.0	1
12	32.3	32.4	33.1	32.20	+ 4.23	31.0	33.2	NW. 0	N. 1	NW. 0	N. 1	3 1	1	2	4	3	12.9	...	....
13	33.1	32.3	31.1	32.26	+ 4.29	30.9	33.2	NW. 0	N. 1	N. 0	N. 1	4.0	9	3	0	3	11 1	...	....
14	29.5	27.7	26.3	28.30	+ 0.33	25.9	30.8	NW 0	N. 1	NW 0	N. 1	3.7	0	1	0	**0**	**13.4**	..	....
15	27.1	26.6	28.3	27.18	- 0.78	26.3	28.9	NW. 1	SSW. 1	W. 1	SSW. 1	3.3	1	1	9	3	12.2	...	....
16	29.8	30.1	30.9	30.06	+ 2.10	29 0	31.6	SW. 1	NNW. 1	N. 1	N. 1	2.9	9	10	4	8	6.3	...	...
17	31.4	30.7	30.5	30 82	+ 2.87	29.8	31.5	W. 0	N. 1	N. 0	N. 1	3.8	8	2	0	4	11.8	...	....
18	31.1	30.1	29.9	30 54	+ 2.59	29.4	31.2	WNW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	2.7	2	1	4	2	13.1	...	....
19	29.8	29.7	30.4	29.75	+ 1.81	29.4	30.5	SW. 1	SW. 1	SSW. 1	SSW. 1	6.3	1	1	2	1	13.2	...	....
20	32.1	31.3	30.9	31.22	+ 3.29	30.4	32.4	WSW. 1	SSW. 1	N. 0	WSW. 1	6.5	0	0	0	0	**13.4**	...	....
21	30.7	29.1	27.3	29.17	+ 1.25	26.5	30.7	W. 0	NNW. 1	SSW. 1	SW. 1	3.4	0	1	5	2	11.7	...	....
22	26.3	28.8	29.5	28.10	+ 0.19	26.2	29.5	SSW. 1	SSW. 1	SE. 1	SSW. 1	**8.4**	9	5	3	6	5.2	13.1	2
23	28.5	28.1	28.4	28.31	+ 0.41	27.6	29.0	S. 1	NW. 1	WNW. 1	N 1	5.4	9	8	9	8	6.1	..	....
24	28.8	28.2	28.9	28.64	+ 0.75	27.9	29.2	NW. 0	WSW. 1	SW. 1	SW. 1	3 8	1	1	10	6	10.4	0.1	....
25	29.9	28.9	28 7	29.18	+ 1.30	28.2	30.0	W. 1	SSW. 1	NNW. 1	SSW. 1	4.4	3	1	0	1	12.0	..	....
26	27.8	26.6	27.8	27.36	- 0.51	25.9	28 7	W. 1	SSW. 1	SSE 1	SSW. 1	5 8	1	5	10	6	9.7	**27.9**	6
27	28.5	28.4	28.2	28.13	+ 0 28	27.5	28.5	WSW. 1	SSW. 1	SW. 1	SSW. 1	6.9	8	9	8	9	9.9	..	....
28	26.2	24.4	24.1	25.16	- 2.68	23.3	27.9	SSW. 0	WNW. 0	N 1	W. 1	3.2	9	4	6	6	9 3	...	....
29	24.6	25.7	27.8	25 54	- 2.28	23.5	27.9	W 1	WNW. 1	NW. 1	calme.	1.7	8	10	10	10	1.2	18.7	**17**
30	28.6	29.3	32.2	29.56	+ 1.76	27.9	32.4	SSW. 1	SSW. 1	SSE. 0	SSW. 1	3.6	10	9	3	6	7.8	...	...
31	33.7	34.0	34.7	**33 82**	**+ 6 04**	32.6	**34.7**	SW. 1	NNE. 1	WNW. 1	calme.	1.5	8	8	10	8	3.1	2.4	3
Mois	27.97	27.61	28.08	27.79	+ 0.13							4.26	5.5	5.2	4.9	5.3	260.5	125 0	65

GENÈVE — AOUT 1910

Jour du mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	16.0	21.9	18.0	18.19	- 0.58	14.0	23.8	91	61	80	76	+ 8	50	93	17.0	- 1.7	1807
2	16.1	19.9	14.1	15.82	- 2.92	13.0	21.3	82	76	99	87	+19	68	99	18.4	- 0.3	1805
3	13.9	15.1	13.1	**13.73**	**- 4.97**	11.8	16.4	97	97	98	**97**	**+29**	90	100	18.0	- 0.8	1800
4	12.0	19.7	12.5	14.97	- 3.70	9.9	22.3	97	72	94	81	+13	46	99	16.8	- 2.0	1825
5	14.2	18.2	10.6	14.20	- 4.43	10.3	19.9	76	50	96	75	+ 6	48	97	16.0	- 2.8	1837
6	11.7	19.3	12.4	14.19	- 4.40	10.2	21.0	96	44	76	74	+ 5	43	96	13.7	- 5.1	1855
7	11.6	17.2	14.2	13.79	- 4.76	**7.6**	19.4	86	47	80	69	0	41	92	....	.....	1835
8	12.6	17.7	16.0	14.50	- 4.00	7.9	21.5	83	66	88	78	+ 9	60	94	15.7	- 3.1	1820
9	15.9	20.4	16.8	16.64	- 1.81	12.6	22.5	91	45	69	75	+ 6	43	95	16.3	- 2.5	1815
10	15.3	18.3	16.2	16.95	- 1.45	13.9	22.2	84	70	85	75	+ 6	50	90	16.4	- 2.4	1755
11	14.8	20.7	14.3	16.36	- 1.99	12.8	21.6	94	59	84	78	+ 9	55	94	16.6	- 2.2	1730
12	12.6	19.8	17.5	15.67	- 2.62	8.4	22.9	90	50	73	72	+ 2	40	93	17.3	- 1.5	1710
13	16.4	23.3	19.0	19.01	+ 0.78	14.5	24.2	87	50	84	75	+ 5	50	92	18.1	- 0.7	1695
14	15.5	22.0	19.4	18.78	+ 0.61	12.3	24.9	85	64	85	76	+ 6	50	93	....	.....	1665
15	16.1	27.7	22.5	20.96	+ 2.86	13.5	29.5	86	45	70	71	+ 1	40	92	19.3	+ 0.5	1665
16	18.9	23.1	20.1	20.21	+ 2.18	17.0	25.7	83	63	81	77	+ 7	53	87	20.3	+ 1.5	1645
17	18.5	23.4	20.2	20.18	+ 2.22	16.4	24.6	89	61	84	79	+ 9	60	91	19.7	+ 0.9	1630
18	16.6	26.5	20.4	20.90	+ 3.01	13.9	29.1	84	46	75	69	- 2	36	92	20.8	+ 2.0	1620
19	17.1	28.2	22.2	21.95	+ 4.14	13.7	29.4	78	45	68	64	- 7	42	89	20.7	+ 1.9	1632
20	20.5	28.8	20.9	**22.68**	**+ 4.95**	19.0	30.5	66	44	80	64	- 7	40	86	19.7	+ 1.0	1640
21	17.9	27.4	23.4	22.21	+ 4.56	14.7	**31.5**	85	58	49	63	- 8	**15**	90	....	.....	1615
22	19.3	20.6	14.4	18.10	+ 0.53	12.8	21.9	58	60	72	**63**	**- 9**	50	90	18.8	+ 0.1	1673
23	12.4	18.6	15.4	14.93	- 2.55	10.4	19.9	87	54	67	69	- 3	51	90	17.2	- 1.4	1645
24	12.3	21.4	17.8	16.96	- 0.43	9.9	23.2	86	38	62	66	- 6	34	89	17.0	- 1.6	1665
25	16.1	24.4	18.7	19.80	+ 2.50	14.9	26.6	77	49	83	68	- 4	45	88	16.4	- 2.2	1633
26	15.5	26.0	15.8	19.03	+ 1.82	12.4	27.3	88	50	97	76	+ 3	49	97	16.4	- 2.1	1637
27	15.6	20.5	15.2	17.29	+ 0.18	13.8	21.4	87	50	74	75	+ 2	48	96	15.8	- 2.7	1637
28	12.6	20.2	16.8	15.41	- 1.60	10.2	21.0	92	62	88	81	+ 8	60	94	....	.....	1695
29	14.1	17.8	15.3	15.72	- 1.19	12.2	18.3	97	91	99	94	+21	85	100	17.0	- 1.4	1697
30	15.1	21.7	15.0	17.08	+ 0.28	13.7	22.7	97	61	78	78	+ 4	43	98	17.8	- 0.6	1695
31	13.8	15.0	13.6	14.11	- 2.59	11.9	18.4	80	82	91	80	+ 6	65	93	17.5	- 0.8	1717
Mois	15.19	21.45	16.83	17.43	- 0.48	12.57	23.38	86	60	81	75	+ 4			17.58	- 1.07	1680

MOYENNES DE GENÈVE. — AOUT 1910

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	25.23	25.12	25.10	25.07	24.60	24.38	24.50	25.21	24.90
2e »	29.96	30.05	30.24	30.44	29.83	29.33	29.55	30.30	29.96
3e »	28.65	28.23	28.52	28.82	28.32	27.93	28.22	28.92	28.45
Mois	27.97	27.81	27.97	28.13	27.61	27.24	27.45	28.17	27.79

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc	+11.96	+11.60	+13.93	+17.19	+18.77	+18.50	+16.60	+13.83	+15.30
2e »	15.77	14.63	16.70	20.96	24.35	24.35	22.10	18.50	19.67
3e »	14.45	13.87	14.97	18.61	21.24	21.30	18.35	15.84	17.33
Mois	+14.07	+13.38	+15.19	+18.91	+21.45	+21.38	+19.00	+16.05	+17.43

Fraction de saturation en %.

1re décade	92	92	88	71	63	61	74	88	79
2e »	86	87	84	67	53	54	66	82	72
3e »	83	84	85	71	60	57	70	81	74
Mois	87	88	86	70	60	57	70	84	75

Dans ce mois l'air a été calme 172 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{34}{65} = 0.52$.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

	mm
Pression atmosphérique.....	27.89
Nébulosité	5.2
Température $\frac{7+1+9}{3}$..	+17°.82
Température $\frac{7+1+2\times9}{4}$..	+17°.57
Fraction de saturation.....	76 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér..	(1836-1875).	27.66
Nébulosité..	(1847-1875).	4.7
Hauteur de pluie..	(1826-1875).	80mm.4
Nombre de jours de pluie.	(id.).	10
Température moyenne...	(id.).	+17°.91
Fraction de saturat.	(1849-1875).	71 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CELIGNY	COLLEX	CHAMBESY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIERE
Hauteur d'eau en mm.	106.8	120 8	123.6	122.3	116.3	133.1	131.8

Station	VERNIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	145.2	125.0	116.3	115.8	130.6	126.9

Insolation à Jussy : 220h0 en août.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE

AOUT 1910

Le 2, pluie le soir, orage et grêle.
3, brouillard toute la journée.
4, brouillard le soir et pluie dans la nuit.
5, brouillard le matin, grésil le soir.
6, brouillard matin et soir.
9, brouillard le matin, pluie l'après-midi.
10, brouillard toute la journée, pluie.
11, brouillard le matin et pluie.
21, pluie le soir.
22, fort vent le matin.
23, très forte bise tout le jour.
26, pluie et très fort vent.
28, fort vent le matin et le soir.
29, très fort vent et pluie.
30, fort vent le matin, pluie le soir.
31, forte bise.

GRAND SAINT-BERNARD — AOUT 1910

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	67.5	67 7	67.5	67.6	- 1.3	67.0	68.0	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	8	4	10	7	....	. . .
2	66.8	67.1	67.5	67.1	- 1.8	66 7	67.6	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW 1	0	1	10	4	**22.5**	...
3	65.8	64.3	64.1	64.7	- 4.2	63.9	66.2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	8	10	10	9	....	. . .
4	63.0	64.2	63.7	**63.6**	**- 5.3**	**62.8**	64.3	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	1	10	4	7.0	....
5	63.2	64.3	65.7	64.4	- 4.5	63.0	65.9	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	1	10	7	12.0	2
6	67.3	66.9	66 9	67.0	- 1.9	66.7	67.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	1	10	7	....	....
7	66 1	66 9	67.3	66.8	- 2.1	66.0	67.3	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	..	....
8	66.9	66.8	66.2	66.6	- 2.3	66.0	67.2	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	0	1	0	0	. .	....
9	64.1	63.5	63.6	63.7	- 5.2	63.3	65.4	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	10	10	1	7	15.2	....
10	63.2	63.6	64.6	63.8	- 5.1	63.0	65.0	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	10	10	10	10	5.7	....
11	65.7	66.9	68.8	67.1	- 1.8	65.6	69.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	0	1	4	2.0	.. .
12	70.1	70.4	72.9	71.1	+ 2.2	69.5	73.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	. ..	....
13	73.0	73.4	73.0	73.1	+ 4.3	72.8	73.6	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	1	2	0	1	...	....
14	71.1	71.1	70.4	70.9	+ 2.1	70.3	71.4	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	...	....
15	70.3	71.0	71 8	71.0	+ 2.2	70 0	72.0	NE. 1	SW. 1	NE 2	NE. 1	0	0	6	2	....	. ..
16	71.5	71.1	70.8	71.1	+ 2.3	70.6	71.6	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	7	2	6	5	....	....
17	72.7	72.8	73.0	72.8	+ 4.0	72.5	73.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	5	0	2	....	....
18	72.4	72.7	73.1	72.7	+ 4.0	72.2	73.4	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	3	0	0	1	....	....
19	72.9	73 1	74.0	73.3	+ 4.6	72.7	74.2	NE. 1	SW. 1	NE. 2	NE. 1	0	5	1	2	...	...
20	74.0	75.1	75.6	**74.9**	**+ 6.2**	73.8	**75.7**	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	2	0	1	....	....
21	74.5	73.9	72 2	73.5	+ 4.9	70.3	74.6	NE. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	0	3	10	4	2.3	....
22	69.1	69.5	68.4	69.0	+ 0.4	67.5	70.2	SW. 3	SW. 1	NE. 1	SW. 2	3	6	10	6	....	.
23	66.8	66.5	67.0	66.8	- 1.8	66.3	67.2	NE. 4	NE. 4	NE. 2	NE. 3	10	8	10	9	....	....
24	66.6	68.0	69.7	68.1	- 0.4	66.4	70.0	NE 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	1	1	.. .	....
25	70.1	71 0	71.5	70.9	+ 2.4	69.9	71.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE 1	2	3	0	2	....	....
26	70.6	71.0	69.7	70.4	+ 2.0	69.4	71.0	SW. 2	SW. 5	SW. 5	SW. 4	0	10	10	7	6.8	.. .
27	68.5	68.5	68.5	68 5	+ 0.1	68.4	69.0	NE. 1	NE. 1	SW. 2	NE. 1	10	9	0	6	....	....
28	68.0	67.7	67 8	67 8	- 0.5	67.5	68.2	SW. 3	SW. 2	SW. 3	SW. 3	10	6	8	8	....	....
29	67 5	67.9	68.6	68.0	- 0.3	67.2	68 8	SW. 4	SW. 3	SW. 2	SW. 3	10	10	10	10	17.1	....
30	69.1	69 2	70.4	69.6	+ 1.4	68.8	70.5	SW. 3	NE. 2	NE. 1	NE. 2	7	6	10	8	3.4	....
31	70.1	70.2	70.5	70.3	+ 2.1	69.9	70.6	NE. 3	NE. 3	NE. 2	NE. 3	10	8	10	9	....	....
Mois	68.66	68.91	69.19	68.92	+ 0.52							4.5	4.0	5.3	4.6	94.0	2

GRAND SAINT-BERNARD — AOUT 1910

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	+ 4.2	+ 9.7	+ 6.7	+ 6.9	+ 0.5	+ 3.5	+ 9.9	87	70	52	70	46	90
2	5.9	9.2	8.9	8.0	+ 1.6	4.8	9.6	56	72	98	75	40	99
3	4.8	3.9	1.0	3.2	- 3.2	1.0	5.4	88	96	96	93	69	98
4	+ 0.9	7.8	+ 3.8	4.2	- 2.2	+ 0.9	8.7	88	64	85	79	45	91
5	- 0.1	4.0	0.0	1.3	**- 5.1**	- 0.1	4.2	100	78	98	92	60	100
6	- 0.3	5.0	+ 0.9	1.9	- 4.5	- 0.4	5.3	98	77	97	91	64	99
7	- 0.2	5.0	4.8	3.2	- 3.1	- 0.3	6.2	95	68	57	73	43	96
8	+ 5.0	7.2	5.0	5.7	- 0.6	+ 4.0	9.3	36	72	95	68	30	97
9	4.1	4.2	2.9	3.7	- 2.6	2.8	5.2	100	99	91	97	80	100
10	3.2	4.0	2.1	3.1	- 3.2	2.1	4.4	96	97	97	97	85	98
11	2.2	5.9	0.9	3.0	- 3.2	0.9	6.0	97	78	96	90	60	99
12	1.0	7.0	3.9	4.0	- 2.2	0.5	8.2	83	65	93	80	47	95
13	4.0	10.9	7.8	7.6	+ 1.4	4.0	11.0	92	69	80	80	50	96
14	7.2	13.1	10.1	10.1	+ 3.9	6.1	14.3	53	42	52	**49**	**26**	73
15	8.2	12.8	8.8	9.9	+ 3.8	8.0	15.2	45	57	92	65	30	95
16	8.8	11.1	7.0	9.0	+ 2.9	6.8	12.6	73	70	80	74	56	84
17	6.2	11.9	7.8	8.6	+ 2.6	6.1	12.3	71	61	92	75	48	95
18	7.0	12.8	8.9	9.6	+ 3.6	6.1	13.2	53	50	58	54	45	74
19	8.2	12.8	10.1	10.4	+ 4.4	8.0	14.2	55	51	43	50	36	62
20	9.0	15.8	12.1	**12.3**	**+ 6.4**	9.0	**16.2**	61	47	55	54	40	64
21	9.9	14.2	10.0	11.4	+ 5.6	9.8	15.3	68	54	79	67	46	84
22	7.8	9.2	2.9	6.6	+ 0.8	2.8	10.6	88	68	100	85	60	100
23	+ 0.1	4.1	0.2	1.5	- 4.2	+ 0.1	4.5	98	75	98	90	65	99
24	- 0.5	7.6	4.2	3.8	- 1.9	**- 1.2**	8.2	93	58	85	79	52	97
25	+ 3.9	11.2	6.8	7.3	+ 1.7	+ 3.2	12.5	86	51	67	68	43	89
26	6.1	9.9	6.9	7.6	+ 2.1	6.0	11.0	63	80	98	80	56	99
27	4.0	8.0	6.1	6.0	+ 0.5	4.0	9.2	97	80	38	72	30	99
28	4.8	7.9	5.1	5.9	+ 0.5	4.3	7.5	67	83	100	83	61	100
29	4.8	7.3	5.0	5.7	+ 0.4	4.3	7.5	100	80	95	92	72	100
30	+ 6.0	9.0	+ 2.8	5.9	+ 0.7	+ 2.8	9.2	77	50	100	76	44	100
31	- 0.2	+ 2.4	- 0.3	+ **0.6**	- 4.6	- 0.3	+ 3.2	100	91	100	**97**	81	100
Mois	+ 4.39	+ 8.55	+ 5.26	+ 6.07	+ 0.09	+ 3.54	+ 9.36	79	69	83	77		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — AOUT 1910

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : $-0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500^{mm} + **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	65.39	65 53	65.71	65.53	84	79	87	83
2e »	71.37	71.76	72.34	71.80	68	59	74	67
3e »	69.17	69.40	69.48	69.35	85	70	87	81
Mois	68.66	68.91	69.19	68.92	79	69	83	77

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	+ 2.75	+ 6.00	+ 3.61	+ 4.12	+ 3.99
2e »	6.18	11.41	7.74	8 44	8.27
3e »	4.25	8.25	4.52	5.67	5.38
Mois	+ 4.39	+ 8.55	+ 5.26	+ 6.07	+ 5.86

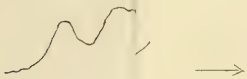
Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{84}{56} = 1.50$

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

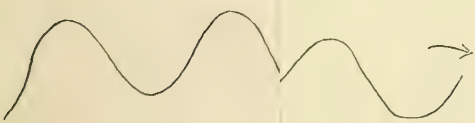
Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
Eau en millimètres.....	56.8	46.1	82.0	94.0
Neige en centimètres.. .	—	—	—	2

Desenzar

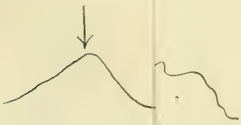


Desenzar

Desenzar



Desenza



DIAGRAMMES CARACTÉRISTIQUES DES SEICHES DU LAC DE GARDE

Desenzano, 31 décembre 1902.

Fig. 1.

Seiche dicrote par superposition de $T_1 = 42',3$ et de $T_2 = 22',6$.

Desenzano, 30 mars 1902.

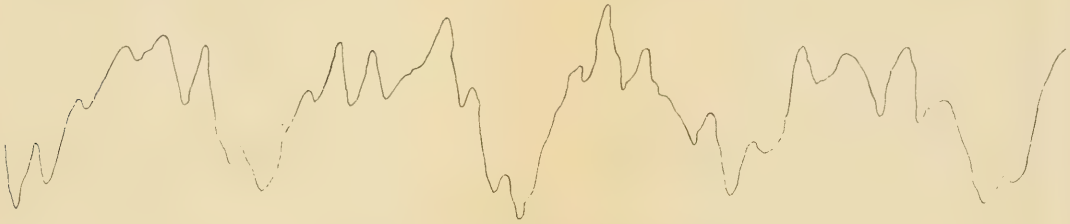


Fig. 2.

Courbe A. Seiche complexe par superposition de T_1, de T_2 et de $T_6 = 9$.

Desenzano, 1er août 1903.

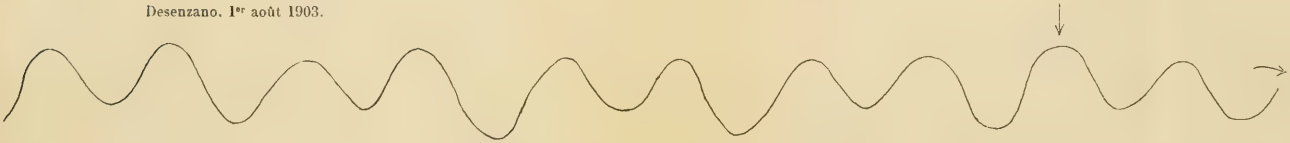


Fig. 3.

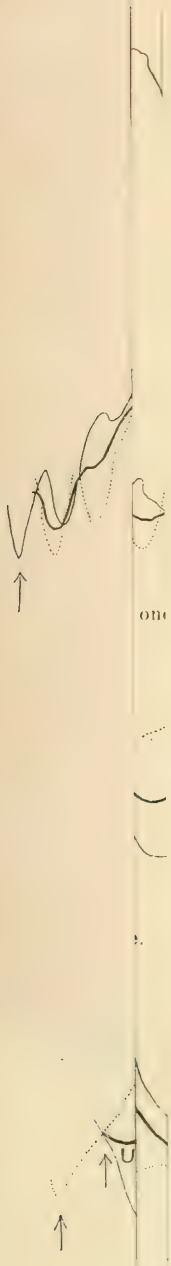
Seiche binodale presque pure.

Desenzano, 1er août 1903.

Fig. 4.

Seiche binodale pure avec vibrations.

Archive ON



Desenzano. 31 decembre 1902.

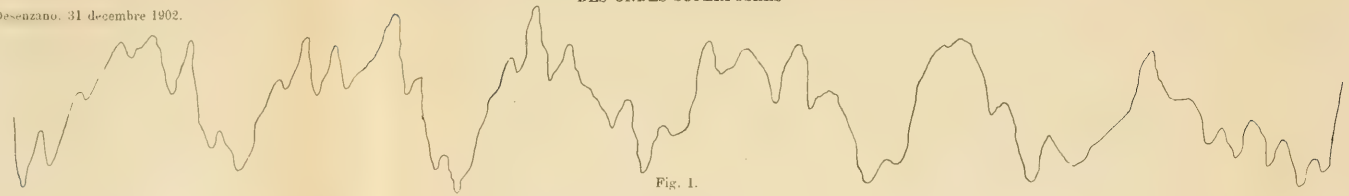


Fig. 1.

A. Seiche complexe.

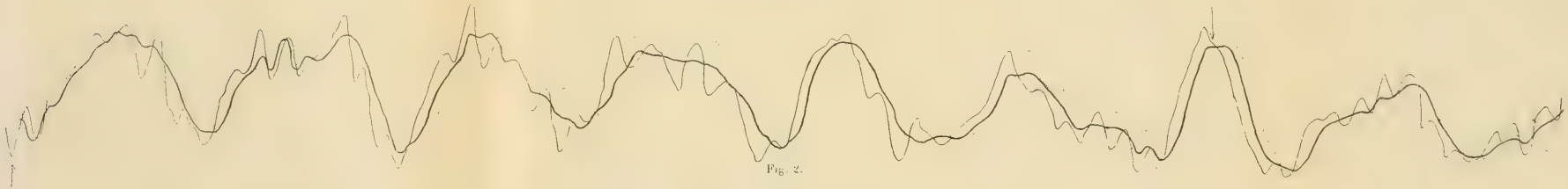


Fig. 2.

Courbe B = Courbe A (fig. 2, Pl. VIII) après élimination des ondes $T_6 = 9'$.

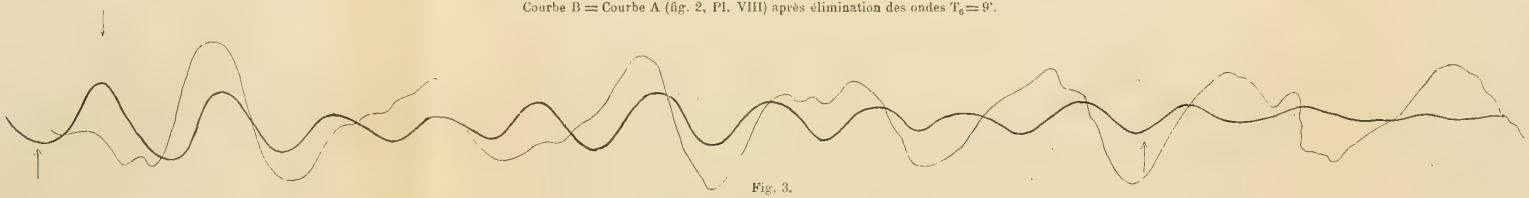


Fig. 3.

C = B après élimination de l'onde uninodale.

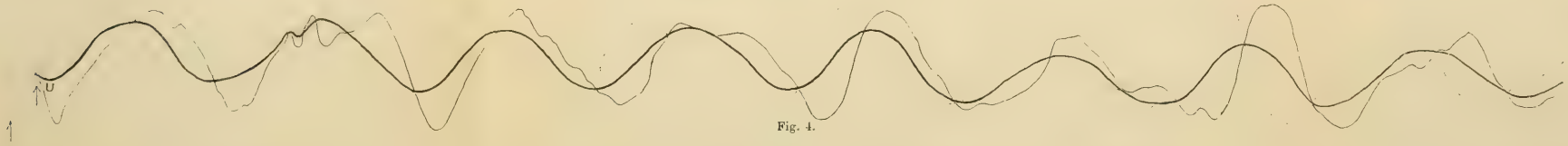


Fig. 4.

D = B après élimination de la binodale.

RECHERCHES

SUR

L'AIMANTATION

AUX

TRÈS BASSES TEMPÉRATURES

PAR

Pierre WEISS et H. KAMERLINGH ONNES

---

§ 1er. — But des recherches, résultats

a) *Introduction.* — Depuis que la théorie cinétique du magnétisme de Langevin [1] a pu être étendue, par l'hypothèse du champ moléculaire [2], à l'ensemble des faits du ferromagnétisme, il y a grand intérêt à confronter les conséquences de la théorie avec les données de l'expérience. Les premiers résultats de cette comparaison ont été des plus encourageants en ce que, par certains côtés, des concordances remarquables ont été notées. C'est ainsi que la courbe calculée pour la variation de l'intensité d'aimantation à saturation en fonction de la température s'accorde très bien avec les observations sur la magnétite pour les températures au-dessus de la température ordinaire. La loi

[1] Langevin, *Ann. Chim. Phys.* 1905, 8e série, t. V, p. 70.
[2] P. Weiss, *J. de Phys.* 1907, 4e série, t. VI, p. 661.

trouvée par l'hypothèse du champ moléculaire pour la susceptibilité *au-dessus* du point de Curie [1], est vérifiée exactement dans des intervalles de plusieurs centaines de degrés par les expériences de Curie et par des mesures inédites. Les valeurs de la discontinuité de la chaleur spécifique au point de Curie calculée d'après les données magnétiques et observées ont été trouvées concordantes. Mais d'autres expériences s'accordent moins bien avec la théorie. La *fig.* 1, dans laquelle a été représentée en trait plein la courbe (*a*) théorique de la variation de l'aimantation à saturation en fonction de la température avec les points donnés par l'expérience pour la magnétite contient aussi la courbe (*b*) analogue trouvée expérimentalement pour le nickel [2]. Elle a été dessinée à une échelle telle que la concordance soit aussi bonne que possible au point de Curie θ. On voit que, contrairement à ce qui se passe pour la magnétite, ici l'écart entre la théorie et l'expérience se manifeste progressivement dans toute l'étendue de la courbe. Le fer et le cobalt se comportent à peu près comme le nickel. Dans cet état de cause, le champ moléculaire prend le caractère d'une hypothèse de travail, les succès partiels garantissant qu'elle contient une part de vérité et les discordances indiquant la voie dans laquelle il convient de recher-

[1] C'est ainsi que nous appellerons dans ce travail la température de perte du ferromagnétisme spontané. Il n'y a là aucune contradiction avec l'idée de température de transformation fonction du champ énoncée par Curie, la température de perte du ferromagnétisme *spontané* étant celle que l'on détermine en faisant tendre le champ vers zéro.

[2] D'après des expériences préliminaires. Les mesures définitives à haute température sont en voie d'exécution.

cher les retouches ou les généralisations conservant ce qu'elle a d'essentiel.

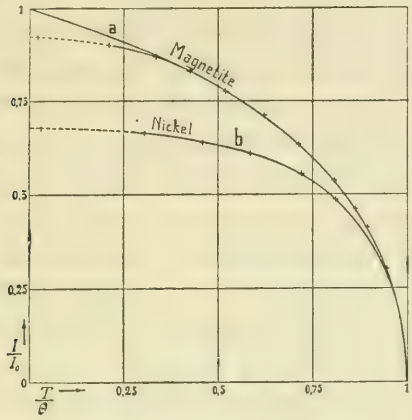


Fig. 1

Il ne semble pas que les remaniements puissent s'attaquer au rôle de l'énergie cinétique, s'opposant à l'orientation par le champ, ou à l'emploi fait de la loi de répartition de Maxwell-Boltzmann. Outre le caractère fondamental de ces notions, la facilité avec laquelle elles représentent la susceptibilité inversement proportionnelle à la température absolue des paramagnétiques, l'une des lois les mieux établies par l'expérience pour un certain nombre de corps, impose leur conservation. H. du Bois et Honda viennent de montrer, il est vrai, dans un remarquable travail sur l'aimantation des corps simples, résumé dans une note récente [1], que cette dépendance thermique de la susceptibilité n'est pas générale et qu'il se rencontre aussi le paramagnétisme indépendant de la température ou

[1] *Acad. Amsterdam*, janvier 1910, p. 666.

croissant avec elle. Loin d'imposer le rejet de ces notions, l'expérience vient ici rappeler qu'elles ne contiennent pas tous les éléments du magnétisme. Il reste à réviser notamment l'hypothèse de Langevin de l'invariabilité, ou de la quasi-invariabilité, du moment magnétique de la molécule et celle de la nature des actions mutuelles exprimées jusqu'à présent par le champ moléculaire. Or, pour le contrôle de l'une et l'autre hypothèse, les recherches à très basses températures sont particulièrement précieuses, car ce n'est qu'au zéro absolu que, le raccourci provoqué par l'agitation thermique ayant disparu, l'intensité d'aimantation donne directement la somme de ces moments magnétiques moléculaires, et c'est aussi aux basses températures qu'on doit s'attendre à trouver les actions mutuelles les plus vives, par suite de l'extrême réduction des distances moléculaires.

b) *Ferromagnétiques.* — Nous nous sommes donc proposé de continuer les courbes de variation de l'aimantation à saturation, pour les trois métaux ferromagnétiques et la magnétite, jusque dans le voisinage du zéro absolu. En employant les méthodes et dispositifs [1] appropriés aux mesures de longue durée aux températures constantes, accessibles par l'hydrogène liquide nous avons pu opérer à 20°,4 K. par l'ébullition dans le voisinage de la pression atmosphérique et à 14°,0 K. par la congélation [2]. Ces quelques degrés

[1] H. Kamerlingh Onnes, *Communic. Physical. Labor.*, 1906.

[2] La lettre K (Kelvin) indique la température absolue. La réduction à l'échelle thermodynamique est faite au moyen des isothermes de l'hélium aux basses températures. Voir Kamerlingh Onnes, *Physical Labor*, n° 102 *b*; Leiden, 1908.

séparant la température de l'observation du zéro absolu sont une fraction si petite de l'intervalle du zéro absolu au point de Curie qui, même pour le nickel, compte environ 648 degrés que, en égard à l'allure des courbes, la valeur de l'aimantation à saturation au zéro absolu peut être considérée comme déterminée. Ceci sous la réserve que le phénomène ne prend pas une physionomie nouvelle dans l'intervalle d'extrapolation.

L'objet de la mesure étant l'aimantation à saturation, il semblait indiqué d'observer l'aimantation dans les champs élevés en déterminant la loi d'approche. Mais la méthode que nous avons choisie pour les mesures magnétiques et qui consiste à mesurer le couple maximum exercé sur un ellipsoïde de la substance par un champ d'orientation variable (voir § 2), se prêtait moins bien à cette détermination de la loi d'approche pour des raisons qui seront exposées, qu'à la comparaison des aimantations que prend une substance à diverses températures pour une même valeur du champ. Les renseignements sur la loi d'approche ont donc été demandés à une étude indépendante [1]. Elle a donné, pour les écarts entre les aimantations dans un champ de 10.000 gauss et la valeur limite :

Pour le fer.....	0,08	pour cent
» nickel.....	0,1	»
» cobalt à l'état doux	1,1	»
» la magnétite.....	0,19	»

Pour ces substances, le cobalt excepté, la loi d'approche est hyperbolique, de sorte qu'à 20.000 gauss,

[1] P. Weiss, *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1910, 4e pér., t. XXIX, p. 175; et *J. de Phys.*, 1910, 4e série, t. IX, p. 373.

champ atteint dans nos expériences, ces écarts sont réduits de moitié. Les séries de mesures à champ variable faites par la méthode de l'ellipsoïde à basse température et à la température ordinaire ont permis non de contrôler la loi d'approche, mais de montrer qu'elle n'est pas essentiellement différente aux deux températures et qu'il ne se manifeste pas, comme on aurait pu le supposer, aux basses températures, une dureté magnétique extrême provenant du blocage des molécules les unes par les autres.

Procédant par mesures relatives, on a donc comparé, pour plusieurs valeurs élevées du champ, l'aimantation à la température ordinaire et à basse température et constaté que ce rapport est sensiblement indépendant du champ. On a trouvé ainsi pour le rapport entre l'intensité d'aimantation à 20°,3 K. et à la température ordinaire, la correction de la dilatation entre les deux températures n'étant pas faite.

Pour le nickel (17°,3)	1,0548
» fer (20°).....	1,0210
» la magnétite (15°,5) .	1,0569

Le nombre entre parenthèses précise la température ordinaire. Il est dit au § 5 pourquoi l'expérience n'a pas abouti pour le cobalt.

L'exactitude probable de ces résultats est difficile à évaluer. La technique expérimentale, telle qu'elle a été élaborée dans tous ses détails, permettrait d'atteindre une précision de un millième ou même plus grande. Mais, en présence des perturbations qui se sont manifestées pour le cobalt, il serait imprudent, semble-t-il, d'affirmer, pour la magnétite surtout, une

exactitude supérieure à 0,5 %, bien que les indices qui ont fait suspecter les mesures sur le cobalt aient presque totalement fait défaut pour les autres corps et que le cobalt, par l'ensemble de ses propriétés et notamment par son extrême dureté magnétique, occupe nettement une place à part. En mettant en évidence ces causes d'incertitude, nos expériences montrent la marche à suivre pour arriver, quand on le voudra, à une plus haute précision. La précision actuelle est d'ailleurs suffisante dans bien des cas.

Pour le fer et la magnétite, des mesures ont été faites jusqu'à 14°,0 K. La variation de l'aimantation de 20°,3 K. à 14°,0 K. est trop faible pour être exprimée numériquement avec certitude. Ces expériences étendent donc seulement jusqu'à 14°,0 K. l'intervalle de température dans lequel l'abaissement de l'énergie cinétique et le rapprochement des molécules ne provoque aucun phénomène nouveau. Les parties nouvelles des courbes du nickel et de la magnétite sont figurées en pointillé dans la *fig.* 1.

Le cas de la magnétite est particulièrement intéressant par la concordance exacte de la théorie et de l'expérience dans la plus grande partie de l'intervalle du zéro absolu au point de Curie et l'écart qui se manifeste aux basses températures seulement. La théorie donne en effet pour le rapport des aimantations 1,139 au lieu de 1,057 donné ci-dessus.

Cette divergence est appuyée par des expériences antérieures faites sur quatre échantillons de magnétite différents, deux provenant de cristaux naturels, le troisième d'un cristal naturel refondu et le quatrième de magnétite artificielle, qui ont donné pour le rapport

de l'aimantation dans la neige carbonique — 79° C. et à la température ordinaire :

	1,033	Température ordinaire	16°,0
	1,042		23°,2
	1,043		24°,0
	1,037		21°,5
Moyenne	1,039		21°,2

alors que la théorie donne, pour le même intervalle de température :

1.053

Il semble donc qu'il y ait analogie avec les phénomènes de la compressibilité et de la dilatation thermiques pour lesquels la théorie de van der Waals, et la loi des états correspondants se vérifient bien en général dans le voisinage du point critique, tandis qu'aux faibles valeurs de la température réduite la molécule et les lois d'attraction schématisées ne s'adaptent plus suffisamment aux faits et les propriétés individuelles des molécules réelles se manifestent.

L'hypothèse de l'invariabilité fondamentale de l'aimant moléculaire aurait reçu un appui particulièrement décisif si, comme cela peut être suggéré par les intensités à saturation régulièrement espacées des trois métaux, il y avait des rapports simples entre les moments magnétiques des atomes. Le tableau suivant :

	Satur. spécif. aux temp. ( )		Coeff. d'amplific. à très basse températ.	Satur. spéc. à très basse températ.	Masse atom. ou 1/3 moléc.	Moment de l'atome-gramme
Ni	54,6	(17°)	1,0548	57,6	58,7	3381
Co	162	(17°)	1,01	163,6	59	9650
Fe	217	(20°)	1,021	221,6	56	12410
$FeO^{\frac{4}{3}}$.	90,75	(15°,8)	1,057	95,9	77,33	7417

dans lequel les nombres de la première colonne sont

empruntés à un travail déjà cité [1] et où l'accroissement relatif pour le cobalt a été estimé par analogie avec le fer et le nickel montre qu'il n'en est rien [2]. Mais, bien entendu, si dans ce cas la démonstration de la signification primordiale du moment magnétique de la molécule nous échappe, rien n'autorise une conclusion contraire.

Nous sommes donc disposés à conserver l'hypothèse de l'invariabilité au moins approximative de l'atome magnétique en fonction de la température. Il y avait en effet des raisons pour la mettre en question aux très basses températures en admettant même qu'elle soit prouvée dans les autres circonstances. La résistance électrique des métaux, la phosphorescence des sulfures, l'absorption de la lumière par les sels des terres rares avec ou sans champ magnétique, tous ces phénomènes ont aux très basses températures, des propriétés que l'on peut essayer d'expliquer en y faisant intervenir les forces exercées par la matière pondérable sur les électrons; ces forces jouent un rôle prépondérant quand la température tombe à celle de l'hydrogène liquide. On peut leur attribuer en particulier l'importante diminution du nombre des électrons conduisant le courant électrique dans les métaux qui sont en quelque sorte gelés sur les atomes par l'abaissement de la température [3].

On aurait pu imaginer que les mouvements des

[1] P. Weiss, *Arch. des Sc. phys. et nat.* et *J. de Phys.*, 1910.

[2] La correction de la dilatation thermique ne modifiera pas sensiblement les rapports des nombres de la dernière colonne.

[3] Cf. H. Kamerlingh Onnes, *Communic. Physical Labor.*, Suppl. n° 9, p. 27; Leiden, 1904; et P. Lenard, H. Kamerlingh Onnes and W.-E. Pauli, *id.*, n° 111, p. 3, note 2; Leiden, 1909.

électrons du magnétisme, invariables ou à peu près aux autres températures, commençassent, eux aussi, à subir des changements importants au bas de l'échelle thermométrique. Mais puisque rien dans nos résultats n'invite à faire cette hypothèse, on sera tenté plutôt de conclure que les électrons du magnétisme sont différents de ceux qui produisent les autres phénomènes.

c) *Vanadium, chrome, manganèse.* — On s'est demandé souvent s'il y a une différence de propriétés irréductible entre les métaux ferromagnétiques de la famille du fer et les métaux paramagnétiques de la même famille ou s'il suffirait d'abaisser suffisamment la température de ces derniers pour atteindre un point de Curie situé très bas. Ch.-Ed. Guillaume [1] dit à propos des alliages de Mn, Al, Cu et de Mn, Sn, Cu de Heusler qui sont ferromagnétiques : la raison peut en être trouvée dans le fait que l'aluminium ou l'étain, combinés avec le manganèse, métal du groupe magnétique relèvent sa température de transformation, située très bas, conformément à une hypothèse formulée déjà par Faraday. On constate en effet que Al et Sn relèvent les points de fusion de plusieurs alliages qu'ils forment avec d'autres métaux (séries Al-Au, Al-Sb, Na-Sn), et semblent posséder, d'une façon tout à fait générale, la propriété de relever les températures de transformation.

Nous devions donc nous attendre à trouver pour le vanadium, le chrome et le manganèse à très basse température, soit des phénomènes ferromagnétiques (non-proportionnalité de l'aimantation au champ, saturation, hystérèse), soit un paramagnétisme considéra-

[1] *Actes de la Soc. helvét. des sc. nat.*, 1907, vol. I, p. 88.

blement amplifié conformément à la loi de Curie. A la température de l'hydrogène solide, la susceptibilité devait être, d'après cette loi, environ 20 fois plus forte qu'à la température ordinaire [1]. Nous n'avions pas, en effet, connaissance des résultats publiés depuis par H. du Bois et Honda [2] desquels il résulte que le paramagnétisme inversement proportionnel à la température absolue n'est qu'un des cas possibles. Pour se faire une idée de l'ordre de grandeur des phénomènes attendus, on peut imaginer que le fer γ paramagnétique continue à exister à 14° K. avec la même constante de Curie (produit de la susceptibilité spécifique par la température absolue). On trouve alors, pour son aimantation dans un champ de 20.000 gauss, environ 400. Gebhardt [3] a déterminé récemment la susceptibilité du manganèse à la température ordinaire et trouve $K = 322.\ 10^{-6}$ (densité 6,4). Le même calcul donne pour ce corps dans les mêmes conditions une intensité d'aimantation égale à 134. Et, comme l'appareil dont nous nous sommes servi prend des déviations proportionnelles au carré de l'aimantation, on trouverait des

[1] Une supposition analogue a été le point de départ de recherches faites par H. Kamerlingh Onnes et A. Perrier, en relation étroite avec le présent travail. H. Kamerlingh Onnes et A. Perrier, *Communic. Physical Laboratory*. N° 116, p. 1 ; Leiden 1910.

En se servant de la méthode du couple maximum et de celle de l'ascension hydrostatique on a déterminé l'aimantation de l'oxygène liquide à diverses températures et celle de l'oxygène solide aux températures de l'ébullition et de la solidification de l'hydrogène. L'accroissement de l'aimantation aux basses températures a été trouvée très grande, bien qu'inférieure à celle qui était attendue ; la courbe de variation thermique indique un écart caractérisé de la loi de Curie.

[2] H. du Bois et Honda, *loc. cit.*

[3] Gebhardt, *Inaug. Dissert. Marburg*, 1909.

déviations 18 fois, pour le fer γ, et, dans le cas du manganèse, 160 fois plus petites que celle donnée par le fer à la température ordinaire, qui était de 100 centimètres, c'est-à-dire très aisément observables.

Or en mettant successivement dans l'appareil des ellipsoïdes grossièrement taillés dans du vanadium de Moissan, du chrome et du manganèse de Goldschmidt, on n'a pas observé les changements attendus. La déviation est restée, dans tous les cas, à la température de l'hydrogène liquide sous pression atmosphérique et à celle de sa solidification, ce qu'elle était à la température ordinaire, c'est-à-dire les quelques dixièmes de millimètre dus au magnétisme propre du support. Il n'y avait donc pas de ferromagnétisme, et il était nécessaire de choisir, pour ces corps, entre les deux hypothèses suivantes : ou ces corps présentaient un paramagnétisme d'un type nouveau ou ils étaient diamagnétiques comme le cuivre dont la plupart des sels sont paramagnétiques. Le travail de du Bois et Honda, dans lequel ces trois métaux figurent parmi ceux qui ont un paramagnétisme constant ou croissant avec la température, montre que c'est la première supposition qui est exacte. L'exemple du cuivre nous a fait considérer l'autre hypothèse comme plausible. On pouvait penser en effet que le paramagnétisme, généralement attribué au manganèse métallique, est le résultat de la présence de ses oxydes fortement magnétiques ou de petites quantités de fer. Pour mettre cette hypothèse à l'épreuve, nous avons préparé du manganèse très pur en partant du chlorure pur de Merck vérifié sans fer, que nous avons électrolysé avec une cathode de mercure distillé et une anode de pla-

tine rhodié à 40 °/₀ qui n'est pas attaquée par l'ion chlore.

L'amalgame ainsi obtenu a été décomposé par la chaleur dans un courant d'hydrogène pur et sec. On obtient ainsi une poudre grise, agglomérée sous forme d'un bâtonnet assez résistant quand l'amalgame a été moulé dans un tube de verre. Ce bâtonnet a été trouvé paramagnétique. Il en a été de même pour un tube de verre rempli de manganèse pulvérulent.

Ce même manganèse a ensuite été fondu au four électrique à résistance dans une nacelle en magnésie et dans une atmosphère d'hydrogène. On a obtenu ainsi un lingot recouvert d'une croûte légèrement oxydée. Après avoir reconnu qu'il était impossible de tailler le métal avec de la poudre de quartz dont il a exactement la dureté et ne pouvant employer l'émeri, magnétique, on l'a débarrassé de sa croûte impure en le tournant sous forme d'un petit cylindre avec un outil en diamant.

Ce cylindre a manifesté des propriétés *ferromagnétiques*. La *fig.* 2 donne un cycle d'hystérèse de cette substance. La valeur maxima de l'aimantation spécifique σ est environ 100 fois plus faible que celle du fer et le champ coercitif est de 670 gauss, c'est-à-dire environ dix fois plus fort que celui d'un bon acier à aimants permanents. Cette étrange substance semble en outre avoir des propriétés magnéto-cristallines marquées. Entre les pôles d'un aimant le barreau était fortement attiré par les pôles tout en se plaçant perpendiculairement au champ.

Le même manganèse, également pur, peut donc exister sous deux états : paramagnétique et ferroma-

gnétique. On peut déduire des expériences de Gebhardt une susceptibilité spécifique environ cinq fois plus forte que celle de du Bois. Si la poudre de manganèse de Gebhardt n'était pas impure ou oxydée, il se pourrait donc qu'il y eût deux états paramagnétiques.

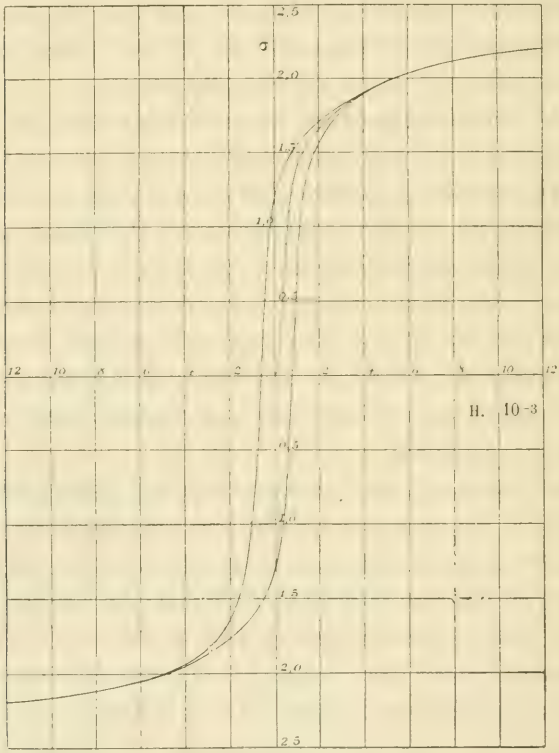


Fig. 2

Quant au ferromagnétisme du manganèse, il a déjà été observé par Seckelson [1] sur du manganèse électrolytique déposé, à la température de 100°, du chlorure sur un fil de platine et sur un lingot préparé par Bun-

[1] Seckelson, *Wied. Ann.*, 1899, t. LXVII, p. 37.

sen à partir du fluorure. Les observations assez vagues qu'il donne sur son aimantation ne semblent pas incompatibles avec nos mesures.

Nous avons contrôlé l'absence de magnétisme intense dans le vanadium, le chrome et le manganèse à basse température par une expérience plus directe. On a mis les ellipsoïdes des trois substances dans un tube Dewar étroit sans argenture placé lui-même dans un deuxième tube Dewar destiné à recevoir de l'air liquide et l'on a cherché à quelle distance ils étaient attirés du fond du vase aux pôles de l'aimant. Cette expérience a été faite avec les tubes Dewar vides et dans l'hydrogène liquide. On a trouvé ainsi :

	à la température ordinaire	dans l'hydrogène
Pour le vanadium..	pas d'attraction	comme à la température ordinaire
» manganèse.	attraction à 6 à 8 mm.	
» chrome : *a*).	» à 12 mm.	
» chrome : *b*).	» à 60 mm.	

Le chrome *b*, qui contient probablement une paillette de fer, a été rejeté.

	température ordinaire	dans l'hydrogène
Cristal de sulfate ferreux.	attract. à 25 mm.	attiré presque depuis le socle de l'aimant.

Ainsi la faible aimantation des trois métaux a été trouvée sensiblement invariable, tandis que le sulfate de fer a manifesté un accroissement énorme des propriétés magnétiques.

Cette expérience est bien faite pour montrer la différence caractéristique des deux groupes de corps et est un exemple typique de la portée que peuvent avoir les expériences les plus simples dans la région inexplorée des très basses températures.

(A suivre.)

LA GLACIATION DES MERS

les conditions de son développement et les faits observés

PAR

E. v. DRYGALSKI

Conférence faite à la 2e assemblée générale de la Société helvétique des Sciences naturelles à Bâle, le 7 septembre 1910

(Traduit de l'allemand).

La glaciation dont les continents ont été autrefois l'objet a donné lieu à de nombreuses publications. On l'a reconnue d'abord à ses effets, puis on en a donné l'explication d'après l'étude des glaciers et des masses de glace polaires. Les termes de glaciers, *inlandeis*, époque glaciaire, sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de les définir. Nous ne sommes actuellement pas encore renseignés d'une façon bien précise sur les causes fondamentales d'une époque glaciaire, mais nous savons cependant que l'existence de pays élevés et étendus se rattache à son développement. Ce n'est que là que des glaciers peuvent se former et que, par leur réunion, le pays est submergé par la glace; il se forme ainsi un *inlandeis*. Il a été publié récemment des recherches sur l'influence des roches sur la glaciation. Cependant on n'a pas encore tranché la question de savoir si les roches ont une action plus rapide les unes que les autres ou si les différences dans les vitesses de glaciation ne sont dues qu'aux différentes formes qu'elles présentent. Quoiqu'il en soit, l'existence et

l'influence d'une période glaciaire des continents nous sont connues dans leurs grandes lignes.

Il n'en est pas de même pour la glaciation des mers, et la cause principale en est que nous ne pouvons jamais observer, ou du moins très rarement, les effets d'une époque glaciaire sur le fond même de la mer. C'est ainsi que nous parlons de la glaciation des fjords profonds de la Norvège, de la mer du Nord, de la mer Baltique, du détroit de Davis ou de la baie de Baffin ou même encore des mers antarctiques, bien plutôt parce que l'on a trouvé, ou présumé trouver, des formations glaciaires sur les deux rives de ces mers, que parce que nous connaissons quelque chose de positif sur leur glaciation. La glaciation des mers est une notion que nous proposons pour expliquer la glaciation des continents, et nous attribuons à la première les mêmes règles et conditions de période glaciaire qu'à la seconde, parce que nous les trouvons sur les deux rives d'une mer, et que, par exemple, pour la mer Baltique, nous trouvons des formations glaciaires analogues en Scandinavie et dans l'Allemagne du Nord.

Cependant une période glaciaire doit avoir des effets tout différents sur mer que sur terre, parce que la glace flotte sur l'eau et ne glisse pas sur le fond de la mer. Il n'y a que sur les mers peu profondes que la glaciation totale peut avoir lieu pour autant que l'eau soit refoulée. Mais lorsque la profondeur atteint les $^4/_5$ ou les $^5/_6$ de l'épaisseur de la couche de glace, la glace est soulevée par l'eau et surnage. En général, la glace est alors rompue, elle perd sa cohésion et se divise en icebergs. Il s'ensuit que toute espèce d'attaque du sol par érosion et transport fait défaut et

qu'au lieu de moraines régulières, il n'y a que des amas de débris absolument irréguliers, sans qu'il puisse être question de traces ou d'impressions sur le sol.

Si, malgré ces différences, on fait l'hypothèse que les mers profondes ont été remplies de glace parce que leurs rives opposées en montrent des traces, on peut soutenir cette hypothèse à deux points de vue que je désire exposer ici : d'abord des régions qui ont été recouvertes de glace antérieurement présentent dans la règle les effets des variations de hauteur de la mer ; en second lieu, on a estimé à plusieurs reprises la *puissance* des masses de glace diluviennes et actuelles. Le premier point de vue permet d'envisager souvent que les espaces occupés par les mers, malgré leur profondeur actuelle, ont été antérieurement le siège de courants de glace, et le second permet, d'après l'évaluation de la puissance de la masse de glace, de considérer que les mers profondes ont été traversées sans difficulté par des courants de glace jusque sur la rive opposée.

Si, par exemple, l'inlandeis du Grœnland avait 2000 m. de puissance, il pourrait s'étendre à travers une mer de 1500 m. de profondeur, et le détroit de Davis n'empêcherait nullement de faire dépendre les formations glaciaires de l'Amérique du Nord de celles du Grœnland. Mais il est probable que, même pendant la période glaciaire, cet inlandeis n'a pas eu cette épaisseur, et les intéressantes observations de M. de Quervain sont en faveur de cette probabilité. L'inlandeis de l'Antarctique, qui aujourd'hui encore est plus considérable que le plus grand des inlandeis de la période glaciaire, n'a actuellement que 200 m. d'épaisseur

environ au Gaussberg, et n'en avait probablement pas beaucoup plus à l'époque glaciaire. Il est par conséquent absolument impossible que cet inlandeis ait pu traverser autrefois les océans profonds qui l'entourent, atteindre les continents du Sud et y exercer une influence quelconque. Il faut même écarter l'idée que les fjords de Scandinavie aient jamais pu être traversés par les inlandeis à l'époque glaciaire, s'ils avaient alors la même profondeur qu'aujourd'hui, en sorte que si les arêtes extérieures des roches sont aplanies et polies, cela ne peut avoir été dû qu'à des changements de niveau.

Les hypothèses sur la glaciation des mers sont donc faites sous réserve, ainsi que leur mise en parallèle avec les formations glaciaires qu'on trouve sur les deux rives. Il paraît donc intéressant de savoir comment une mer se congèle réellement, et comment la glace s'y comporte ; c'est pourquoi je voudrais donner ici le résultat de quelques expériences faites dans les régions polaires et qui, peut-être, pourront par la suite être étendues par généralisation à nos mers.

La glace des mers polaires se compose de glace de terre et de glace de mer ; la glace de terre provient des glaciers et des masses d'inlandeis des régions polaires, pour le Nord presque exclusivement du Grœnland, pour le Sud du continent antarctique ; la glace de mer se forme sur la mer même. Au début, ces deux sortes de glaces se distinguent par leur forme et leur structure : en ce qui concerne la forme, la glace de terre forme des icebergs, la glace de mer des glaçons (*Schollen*) ; en ce qui concerne la structure, la première est granuleuse, parce qu'elle provient de neige, la seconde est formée de feuillets, parce qu'elle est due à la congéla-

tion de l'eau de mer. Cependant ces différences disparaissent bientôt : en effet, les glaçons (Schollen) sont accumulés les uns sur les autres et forment de petits monticules comme la glace de terre. Les glaçons se chargent de neige, ce qui augmente leur volume ; ils deviennent par cette raison granuleux tout comme la glace de terre. Il faudra donc beaucoup de soin pour distinguer si de la glace d'un certain âge rencontrée sur la mer est de la glace de terre ou de la glace de mer.

On peut facilement expliquer la présence plus ou moins abondante de ces deux sortes de glace dans les mers par le fait que dans le Sud la glace de terre et la glace de mer sont toujours mélangées, tandis que dans les mers du Nord la glace de mer est de beaucoup prépondérante, et que ce n'est ici que sur les côtes du Grœnland qu'elle est mélangée à de la glace de terre. Ceci provient naturellement de la répartition des continents et des océans dans les deux hémisphères : au Sud on a partout rencontré la terre où que ce soit qu'on s'avançât ; c'est pourquoi l'on y est entouré de toutes parts par de la glace de terre qui flotte à la surface de l'eau. Au Nord, il n'y a qu'au Grœnland qu'il se forme de grands icebergs qui tiennent dans la mer ; tous les autres continents polaires du Nord sont pour ainsi dire sans action à cet égard. C'est pourquoi la glace de mer est prépondérante dans les parages polaires septentrionaux, à l'exception des côtes du Grœnland.

Je ne parlerai pas des limites des glaces polaires, dans la mer ; elles varient avec les courants et les vents, et dépendent de la distance des continents polaires, mais ces limites ont une position moyenne telle

qu'elle est figurée dans nos atlas. J'ai remarqué cet été, au cours d'un voyage au Spitzberg, que les limites au Nord sont plus précises qu'au Sud, ce qui doit être en relation avec la pénétration de courants chauds jusqu'aux glaces nord-polaires. La glace sud-polaire est entourée sur une grande largeur de courants froids dans lesquels des blocs détachés de glace peuvent se maintenir plus longtemps. C'est pourquoi l'on doit rencontrer dans les mers polaires du Sud des étendues de glace plus considérables et plus éloignées du pôle que dans celles du Nord, et la limite de la glace au Sud est moins précise qu'au Nord.

Les dimensions verticales, les épaisseurs de la glace polaire sont plus importantes que les dimensions horizontales pour ce qui concerne la glaciation d'espaces occupés par les mers, car c'est de cette épaisseur que dépend la possibilité de la glaciation complète d'une mer. On s'est fait beaucoup d'idées fausses sur ces épaisseurs, soit sur l'étendue en profondeur de la glace. C'est ainsi que l'on a cru autrefois que les icebergs se formaient dans la mer en partant de glaçons qui augmentaient toujours par la congélation de l'eau et par la neige qui les chargeait. Il est vrai que, dans ce cas, il n'y aurait pas lieu de considérer une limite de profondeur, et l'on se représentait autrefois qu'une mer froide pouvait se glacifier entièrement par la transformation des glaçons en icebergs et par la croissance de ceux-ci.

Tel n'est cependant pas le cas. Il est vrai que des blocs de glace peuvent se former dans la mer, en particulier par des amas de neige qui se glacifient ou par des avalanches de glace qui se soudent de nouveau les unes aux autres. Cependant, ces formations, quelque im-

portantes qu'elles soient, n'atteindront jamais les dimensions de grands icebergs, car les amas de neige ont comme base la surface gelée de la mer ; ils se forment à l'abri des icebergs qui y sont enfermés et ne peuvent donc atteindre au maximum que les dimensions de la partie de l'iceberg qui dépasse le niveau de l'eau, c'est-à-dire leur partie la moins considérable ; d'autre part, les avalanches de glace sont dues à un morcellement des icebergs et n'en constituent, elles aussi, qu'une partie. Ces deux sortes de blocs auront donc toujours des dimensions beaucoup inférieures à celles des véritables icebergs.

Mais les grands icebergs qui viennent de terre ne croissent pas en hauteur, comme j'ai pu m'en assurer, une fois qu'ils sont dans la mer. Cela tient à leur position libre au milieu des glaçons qui sont moins élevés, ce qui ne permet pas à la neige de s'accumuler à leur surface à cause de la violence du vent. L'inlandeis antarctique, lors de notre voyage, présentait jusqu'à son bord extérieur une croissance de l'épaisseur due à la neige, ce qui n'était plus le cas des icebergs qui, grâce aux amas de neige, étaient renforcés latéralement, mais n'acquéraient pas d'épaisseur plus grande ; leur puissance était donc tout au plus celle qu'ils possédaient auparavant dans l'inlandeis. Mais cette épaisseur n'atteint pas le sous-sol de la mer, car autrement l'iceberg n'aurait pu se former. On sait, en effet, qu'il se sépare de l'inlandeis là où celui-ci, lorsqu'il s'avance dans la mer, perd le contact avec le sous-sol. C'est ainsi qu'il ne peut être question d'une glaciation de la mer par les icebergs et leur développement. Ils flottent et n'attei-

gnent pas le fond ; ils ne peuvent donc pas remplir complètement une mer, et les petits blocs qui naissent à l'abri des grands ou qui se forment par leur rupture, le peuvent encore moins.

Une autre question, à laquelle il faut aussi répondre négativement, est celle-ci : Une mer peut-elle se glacifier par la croissance des glaçons? Les glaçons croissent par le gel et par la neige qui s'y dépose. Le gel seul ne peut donner naissance en une année qu'à des glaçons de 2 m. d'épaisseur au plus. Au cours du second hiver, ils croissent encore, mais plus lentement, et plus lentement encore au cours du troisième. Les dimensions maximales qu'un glaçon peut acquérir par le gel sont difficiles à fixer ; elles ne doivent cependant pas dépasser 3 à 4 m. La croissance des glaçons par les dépôts de neige est plus importante ; contrairement à ce qui se passe pour les icebergs, cette croissance a lieu sur tous les côtés, parce que les glaçons ne sont ni si élevés ni si exposés que les icebergs et que la neige y peut adhérer plus facilement et aussi parce que leur surface n'est jamais unie, de telle sorte que la neige qui y est poussée trouve toujours à s'y coller.

Les glaçons peuvent donc croître davantage par les amas de neige que par le gel. La croissance ne se produit pas d'une façon régulière, parce que la neige ne tombe pas régulièrement, et que le vent, une fois qu'elle est tombée, y crée des rides et des sillons. C'est ainsi qu'il se forme des vagues de neige et des dunes nommées « sastrugi » de grandeurs et de formes les plus diverses. Sur le champ de glace dans lequel notre vaisseau allemand le *Gauss* resta bloqué pendant presque une année entière, elles avaient toutes la direction

Est-Ouest, la même que celle du vent dominant : leur épaisseur variait beaucoup et celle du champ de glace variait ainsi entre 6 m. et 20 m. Un champ de glace dû à des amas ne doit pas pouvoir croître beaucoup plus de cette façon ; en tous cas, son épaisseur reste toujours beaucoup inférieure à celle des icebergs et il n'est absolument pas possible qu'une mer soit entièrement glacifiée de cette façon. Ce n'est que tout près de terre, sur le versant nord du Gaussberg que j'ai constaté que la glace des amas atteignait jusqu'au sol de la mer ; il ne s'agissait là cependant que de profondeurs de quelques mètres. Dans les eaux plus profondes, la croissance de ces amas est limitée par le fait que la glace fond par-dessous, au contact de l'eau, lorsqu'ils croissent par-dessus et que par conséquent leur charge augmente et qu'ils s'enfoncent. J'ai pu faire à ce sujet quelques observations que je n'ai pas encore entièrement mises au net, mais qui ont montré, entre autres, que les parties inférieures de la glace des glaçons se séparent les unes des autres latéralement d'autant plus que la glace s'enfonce davantage. La pression hydrostatique, qui croît en même temps que la profondeur à laquelle la glace plonge, les disloque, comme on l'observe dans les parties inférieures d'un glacier. La limite de la croissance des glaçons, qui n'est donc pas seulement due à la fusion, mais aussi à ces dislocations de la surface inférieure, est donc vite atteinte, en sorte que les glaçons ne peuvent gagner une épaisseur suffisante pour pouvoir être prise en considération pour la glaciation complète d'une mer. Il en est de même pour la banquise qui se forme par pression, c'est-à-dire par épaississement mécanique des glaçons.

Si malgré cela il y a actuellement des espaces occupés par la mer entièrement glacifiés, et s'il s'en est trouvé autrefois, cela provient de refoulements qui sont dus ou bien à la configuration géographique du pays ou bien au relief du fond de la mer.

Le premier mode de formation a été reconnu sur la côte orientale du Grœnland. L'inlandeis y pénètre dans la mer par beaucoup de fiords et y forme ses icebergs. Ceux-ci par endroits ne peuvent aller plus loin, à cause des îles qui sont situées en face de la côte et qui les retiennent. C'est ainsi que petit à petit, l'espace tout entier situé entre les îles et le bord des inlandeis est rempli d'icebergs et qu'il se forme des accumulations d'icebergs qui sont absolument semblables à l'inlandeis et peuvent être considérés comme des inlandeis flottants. On trouve aussi dans le Sud des formations de ce genre. Les terrasses de glace décrites par O. Nordenskiöld sur la côte Est de la terre de Graham se rattachent à cette formation, et c'est de cette manière que l'on peut concevoir la glaciation complète des fiords profonds de la Norvège qui a eu lieu autrefois.

Le second mode de glaciation de la mer provient du relief du fond de la mer. Il a été découvert par l'expédition allemande au Pôle Sud au nord du Gaussberg et décrit par moi-même comme *schelfeis* de l'Antarctique au Gaussberg[1]. Le nom de schelfeis a été choisi parce que cette formation ne peut avoir lieu que dans des mers peu profondes comme celles que l'on rencontre sur les *schelfs* continentaux. Ce mode de gla-

[1] *Sitzungsb. d. k. Bayer. Akad. d. Wissensch.* Math. phys. Kl. 1910, 9. Abh.

ciation se forme là où le schelf[1], c'est-à-dire la portion du plateau continental qui est submergée par la mer, n'a pas une inclinaison régulière entre la côte et le talus extérieur plus raide, mais remonte et redescend. C'est ainsi que le schelf du continent antarctique descend depuis le bord de l'inlandeis près du Gaussberg où sa profondeur a 200 mètres jusqu'à 600 mètres pour plonger alors brusquement jusqu'à 2000 ou 3000 mètres. Mais il a de nombreux hauts-fonds qui n'ont guère plus de 100 mètres de profondeur, de telle sorte que les icebergs qui se séparent de l'inlandeis à 200 mètres de profondeur y échouent. Nous avons trouvé plusieurs groupes d'icebergs pour lesquels on pouvait voir, d'après les sondages, qu'ils étaient fixés, et d'autres pour lesquels c'était la forme de la glace qui permettait d'en reconnaître la position immobile. Tout autour flottaient des icebergs et des banquises.

Ces icebergs, isolés ou en groupes fixes, agissent comme des piliers qui protègent les masses de glace flottantes et les arrêtent. La banquise qui entourait l'hivernage de notre vaisseau fut fixée de cette façon pendant près d'une année, si fermement qu'il nous fut possible d'exécuter sur elle les mesures géophysiques les plus délicates, comme des mesures de la pesanteur et que notre libération après une longue année d'emprisonnement nous paraissait fort improbable. Ce n'est en effet que grâce à des circonstances extérieures et par hasard qu'il fut possible de nous échapper. Je connaissais dans le voisinage immédiat de notre hivernage des banquises qui étaient restées fixées des années et des dizaines d'années ; elles formaient corps avec les

[1] « Schelf », socle continental, terrasse littorale immergée.

icebergs au nord du Gaussberg, constituant un complexe de schelfeis de 100 km. de long sur 60 km. de large au moins, soit un espace de 6000 km. carrés.

Une glaciation de cette nature flotte par conséquent et n'est fixée que par quelques points. Ceux-ci seuls reposent sur une base solide; tout le reste monte et descend avec les flots et la marée. On reconnaît les points fixes à ce qu'ils sont entourés de fentes qui restent ouvertes parce que les masses de glace flottantes montent et descendent le long des parties immobiles. Il reste toujours un peu d'eau autour des piliers et c'est ainsi que se forme, petit à petit, auteur d'eux, ce qu'on appelle le « pied de glace ».

Ces mouvements de la plus grande partie du schelfeis, qui sont si réguliers qu'on les sent à peine, sont verticaux. Les mouvements horizontaux manquent par contre presque totalement. Le schelfeis est fixé à sa place. Ce n'est que là où elle présente des parties plus élevées sur lesquelles le vent a plus de prise et que là où de nouveaux icebergs arrivent de l'inlandeis que l'on observe de petits déplacements horizontaux. Il s'ensuit des fentes et des soulèvements, les *toross* des Russes. Il est intéressant de constater que, dans le schelfeis du Gaussberg, des banquises et des icebergs étaient par places unis si étroitement que des fentes traversaient l'iceberg et la banquise sans modifier leur direction. Les refoulements peuvent parfois occasionner des soulèvements réguliers des banquises du schelfeis. Ces toross sont parfois si relevés qu'ils atteignent la hauteur des petits icebergs et qu'il est difficile de les en distinguer.

Il y a beaucoup à dire encore sur la forme et la

manière d'être de ce schelfeis, mais cela m'entraînerait trop loin. Je ne voudrais mentionner encore que la transformation de ses formes due à l'action de l'air.

Comme le schelfeis flotte et ne s'écoule pas, il n'a ni la forme ni la structure des glaciers ; il n'a par conséquent ni fentes ni bandes bleues et généralement pas non plus de couches stratifiées. Les icebergs ont bien eu ces structures au début, puisqu'ils proviennent d'in landeis en mouvement ; mais ces structures ne se développent pas, puisque le mouvement a cessé dans le schelfeis ; elles se perdent en partie, comme c'est le cas pour les fentes. Le schelfeis est une masse morte qui ne doit plus sa forme et sa structure comme le glacier aux forces intérieures du mouvement propre, mais qui ne la doit qu'aux forces extérieures, dont la principale est le vent. Il n'y a presque pas d'eau météorique sous le climat de l'antarctique et l'on ne rencontre par conséquent pas ou presque pas les formes que fait naître l'eau.

Le vent donne naissance à deux types principaux, aussi bien pour les icebergs que pour les banquises du schelfeis, que je distinguerai en glace bleue (*Blaueis*) et glace tendre (*Mürbeis*). Le blaueis se rencontre près de la côte jusqu'à 50 à 60 km. de distance. Le mürbeis se trouve dès la frontière extérieure du blaueis aussi loin que le schelfeis s'étend. Tous deux se produisent aux dépens de glace fraîche, soit d'icebergs récemment formés ou de banquises récemment congelées. Tous deux s'en distinguent par leurs formes plus arrondies par l'action des agents atmosphériques auxquels ils sont exposés sans changer de place. Tous deux se mélangent en un type que je nommerai le blaumürbeis,

qui se trouve là où le blaueis parvient à des distances de la côte où en général il se forme du mürbeis. La différence de leur structure est due à la différence d'action des agents atmosphériques. Je crois que le blaueis se forme dans le voisinage des côtes principalement par évaporation sous un vent sec, tandis que le mürbeis est dû à une attaque sous un vent humide. Les vents sont relativement plus secs et plus forts dans le voisinage des côtes qu'au large, et c'est de là que proviennent leurs effets différents. Pour ces deux sortes de glaces, les angles et les arètes des icebergs et des banquises nouvellement formés tendent à être arrondis par la caresse du vent.

Les icebergs de blaueis deviennent avec le temps des dômes à pentes douces et à contours arrondis sur lesquels on monte facilement. Souvent un côté est resté à pic, mais n'a plus la forme d'une paroi d'inlandeis ; ses angles et ses arètes sont arrondis. J'ai vu des murs de ce genre à toutes les expositions sans orientation dans la direction. Leur surface est absolument polie, de telle sorte que la neige ne peut y adhérer. Ailleurs sont des entonnoirs dont les bords sont polis aussi. Souvent l'on rencontre des crevasses, mais jamais leurs parois ne sont à pic. Chaque pente est adoucie, chaque arête est arrondie. Les icebergs de blaueis semblent être les centres d'icebergs en formation dans lesquels les parties proéminantes, où des fentes s'entrouvraient, ont été rongées par l'ablation ; il n'est resté que les parties intérieures que les fentes n'atteignaient pas. C'est à ce fait qu'est due la couleur bleue de cette glace ; elle est plus dense et plus pauvre d'air que la glace superficielle fraîche,

comme c'est le cas pour toutes les glaces provenant de la profondeur d'un inlandeis.

Il se forme aussi de la glace bleue dans la glace des banquises. En effet à 5 ou 10 km. des côtes, les angles et les arêtes de la glace de banquise déjà ancienne étaient arrondis et présentaient des cavités remplies ou applanies comme c'est le cas pour le blaueis.

Les formes du mürbeis sont très variables. Tandis que pour le blaueis les aspérités sont toutes effacées par les agents atmosphériques, ceux-ci les accentuent au contraire pour le mürbeis. Les fentes sont élargies, les crevasses approfondies et les canaux qui donnent passage à l'air forment des trous par la rupture des cloisons qui les séparent. C'est ainsi que le mürbeis n'a pas des formes onduleuses, mais accidentées et découpées. Les angles et les arêtes sont moins aigus que dans les icebergs fraîchement formés, mais ils sont moins arrondis que dans le blaueis. Les surfaces ne sont pas unies ; elles sont rugueuses et poreuses, en sorte qu'elles retiennent la neige, qui se transforme en glace en formant de nouvelles aspérités en sorte que les formes de mürbeis sont compliquées. Ce sont des icebergs et des banquises en désagrégation dont les formes et les structures sont ainsi très variées.

Il y aurait beaucoup à dire encore sur ce sujet, mais cela me mènerait trop loin. Le nombre des icebergs diminue pour les deux types (mürbeis et blaueis) à mesure que l'on s'éloigne des côtes, en même temps que le mürbeis remplace le blaueis lorsqu'on chemine vers le Nord ; en même temps les glaçons du schelfeis augmentent. Il est évident que puisque les icebergs prennent naissance à partir de l'inlandeis,

vers la côte, c'est là qu'ils doivent être en plus grand nombre.

Cependant, on trouve par places, et loin au Nord, des icebergs en grand nombre dans le schelfeis. C'est ainsi qu'au milieu de notre complexe de schelfeis qui emprisonnait le *Gauss* les icebergs se touchaient tous, qu'ils empiétaient souvent les uns sur les autres bien que la distance à la côte fût de 50 km. Entre deux se trouvaient des glaçons de banquise serrés et redressés. Le tout formait un mélange confus dans lequel il était difficile de distinguer les icebergs et les fragments de banquise qui parfois étaient encore reliés par des amas de neige. On avait l'impression d'un amalgame compliqué de glace de terre et de glace de mer.

Les icebergs, dans la partie ouest de notre complexe de schelfeis étaient encore plus serrés. Cette partie se composait d'une accumulation d'icebergs, formés de blaueis du côté sud, de mürbeis du côté nord et si serrés que l'on croyait voir un véritable inlandeis flottant. Mais grâce à d'anciennes lignes de rupture et à des crevasses, dont les formes différaient beaucoup de celles de l'inlandeis, il était facile de se rendre compte qu'il ne s'agissait pas d'un inlandeis véritable, mais d'une accumulation d'icebergs. L'examen de la surface montrait également qu'il s'agissait de masses qui s'étaient rencontrées et soudées.

Cette glace, à laquelle j'ai donné le nom de *Volleis* constitue la glaciation de la mer la plus complète que j'aie vue. Il était facile de reconnaître qu'elle flottait, car elle était reliée aux banquises qui l'entouraient et dont elle n'était séparée ni par des fentes ni par un pied de glace (Eisfuss). Le volleis et la ban-

quise subissaient les mêmes mouvements verticaux. Mais d'après la configuration générale du fond de la mer de cette région, il faut admettre que ce volleis est soutenu par des pilliers, soit par des icebergs qui reposent sur des aspérités. Sous leur influence il se produit donc ici une glaciation continue et étendue de la mer, généralement flottante, ressemblant encore à un inlandeis.

Il est à présumer que ce volleis a subi les mêmes influences extérieures qu'un inlandeis. Il s'est détaché de l'inlandeis, mais n'a pas été disloqué bien qu'il flottât. S'il se meut, il est certain qu'il peut transporter et déposer sur le sol de la mer les pierres qu'il charriait, comme c'est le cas pour un inlandeis. Les îlots et falaises qui le retiennent ne sont pas dans le courant d'écoulement de l'inlandeis, mais par l'effet du refoulement, ils sont usés et polis. Comme l'inlandeis venanant du Sud forme toujours de nouveaux icebergs, ceux-ci repoussent le volleis et le forcent à aller dans la direction du Nord : c'est un mouvement de translation passive.

C'est de cette manière que les falaises de Scandinavie ont pu être érodées et polies, bien que les fiords fussent assez profonds pour que la glace qui arrivait de terre y perdît pied. Les falaises constituaient les piliers qui retenaient la glace flottante.

On voit par là que la glace flottante peut avoir des effets d'érosion et de transport analogues à ceux de la glace qui s'écoule. Ces effets se produisent lorsque la glaciation de la mer est si dense et si épaisse qu'elle touche le fond par places. Mais quant à leur forme et à leur état, ces effets sont autres que ceux de la glace de terre. Ces effets ne pourront d'ailleurs se produire

que dans le schelf et seulement en connexion avec des formations de glace sur la terre. Ce n'est que dans ces mers que les hauts-fonds se trouvent assez près de la surface pour retenir les icebergs, et il n'y a que les formations de glace terrestre qui fournissent des blocs assez grands pour être ainsi échoués et former des piliers. L'épaisseur des glaçons est si faible, qu'ils ne trouveraient leur point d'arrêt que dans des mers très peu profondes.

Une glaciation complète de mers profondes reste donc impossible. En effet les glaçons qui se forment encore à leur surface ne croissent pas au delà de limites restreintes et les icebergs provenant de glace terrestre ne trouvent aucun point d'arrêt dans ces mers profondes, si ce n'est vers quelques îles océaniques qui sont trop éloignées les unes des autres pour pouvoir former des piliers et retenir de grands agrégats de glace. Les mers profondes ne peuvent donc se glacifier qu'à leur surface et jamais avec homogénité, car la glace qui se forme est bientôt brisée par les mouvements de l'océan comme par les courants et les vagues.

La profondeur de la mer met donc une limite aux effets de la glace; plus la glace est épaisse, plus cette limite recule, et comme les icebergs sont toujours plus épais que les glaçons et que les icebergs proviennent de l'inlandeis, les glaciations les plus importantes des mers se produisent aussi en dépendance de l'inlandeis. Mais comme la profondeur de la mer croît le plus souvent très rapidement, cette limite dépasse à peine le schelf. Même dans la mer polaire du nord, où toutes les conditions sont favorables au développement de la glace, celle-ci ne forme au delà du schelf qu'une

couche superficielle très mince, suffisante pour arrêter l'effort de l'homme, mais faible si on la compare à la puissance et aux dimensions de la mer. Dans la mer polaire du Sud, la glace domine davantage, parce que cette mer entoure un continent qui lui fournit de toutes parts des icebergs.

Autrefois il n'en a pas été autrement. Le grand développement de l'époque glaciaire se rapportait aux continents et ne concernait les océans qu'aussi loin que les glaciations provenant de la terre pouvaient s'étendre. C'est ainsi que les fiords de Norvège furent traversés par la glace, parce qu'ils présentaient des points d'arrêt, la mer du Nord et la mer Baltique parce qu'elles étaient peu profondes de même peut-être pour les détroits de Davis et de Baffin. Mais les mers profondes qui entourent le continent antarctique ne furent ni franchies par le courant de l'inlandeis ni traversées par les glaces. L'Antarctis forme pour lui-même et par lui-même depuis les temps les plus reculés ses « normes propres », et ce n'est qu'en nous reportant à l'époque paléozoïque vers la fin du carbonifère, lorsque les mers profondes qui aujourd'hui entourent l'Antarctis n'existaient peut-être pas encore, que nous pouvons concevoir une glaciation de l'Océan antarctique jusqu'aux continents du Sud, car à cette époque aussi il y a eu une période glaciaire. A l'époque glaciaire diluvienne, les profondeurs de la mer avaient les mêmes valeurs qu'aujourd'hui, si l'on admet que les proportions actuelles des continents et des océans datent de l'époque tertiaire.

CONSERVATION DES GRÊLONS

ET

ÉTUDE DE LEUR MICROSTRUCTURE

PAR

M. Boris WEINBERG

Jusqu'à ces derniers temps, l'étude de la microstructure des grêlons, en été, était très difficile sinon impossible. J'ai conçu l'idée de construire un appareil pour la conservation des grêlons jusqu'à l'hiver. Cet appareil (fig. 1) consiste en trois cylindres coaxiaux ;

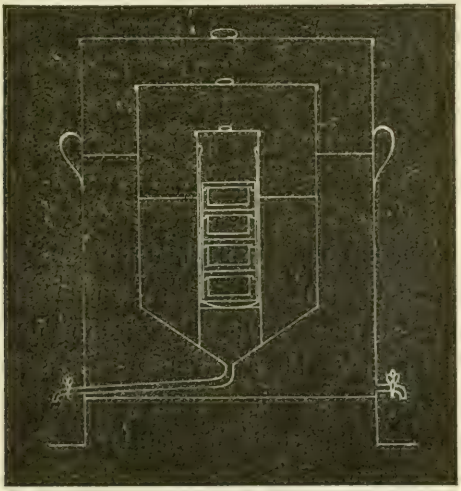


Fig. 1.

l'espace intérieur est destiné aux grêlons, dans l'espace intermédiaire on met un mélange de glace et de sul-

fate de cuivre (approximativement dans la proportion qui correspondrait à l'eutectique, $t = -1°,6$) et l'espace extérieur sert pour la glace et forme une sorte de manteau-protecteur.

Pendant les étés de 1908 et 1909 je n'ai eu qu'une seule fois la chance de voir grêler : c'était le 2/15 août 1909 en mer, pendant mon trajet d'Aland à Saint-Pétersbourg. La grêle dura environ 3 minutes, les grêlons étaient très petits (de 2 à 3 mm. de diamètre), mais néamoins j'ai eu le temps de recueillir de 200 à 300 gr. et de les mettre dans les cylindres en verre contenant (pour empêcher la congélation des grêlons) un mélange — en parties égales — de benzol et de toluol que je supposais avoir la même densité que les grêlons, mais qui se trouva plus léger. Ces grêlons furent ensuite transportés à Tomsk (Sibérie) et puis — en décembre — à Moscou, au XIIme congrès des naturalistes et médecins russes. Cela prouve pleinement la possibilité de la conservation et du transport des grêlons. Mon essai montra aussi qu'il serait préférable de conserver quelques dizaines de grêlons, mais bien séparément l'un de l'autre, que d'en conserver un nombre beaucoup plus grand, mais congelés en partie, particulièrement dans les couches inférieures. Pour atteindre ce dernier résultat, les grêlons doivent être plongés dans un liquide ayant une densité qui ne soit qu'*environ* celle des grêlons, mais très visqueux (huile à cylindres, vaseline, huile de ricin[1]).

Pour l'étude de la microstructure d'un grêlon isolé,

[1] Cette supposition fut pleinement vérifiée cet été (1910); j'ai transporté à Tomsk d'Anoce (Altaï, distance environ 1800 km.), dans l'huile à cylindres quelques dizaines de grêlons sans leur congélation.

M. W. Dudecki et moi en faisions une plaque mince en polissant d'abord un côté quelconque au papier à l'émeri ou en le fondant par la chaleur du doigt. Ce côté était mis sur un porte-objet et y fut fixé par la congélation, après avoir frotté pendant un certain temps l'autre côté du porte-objet avec le doigt. L'autre côté du grêlon était ensuite poli de la même façon que le premier jusqu'à ce qu'on eût atteint l'épaisseur voulue. Ces opérations furent faites à l'air libre à des températures inférieures à 0° et sont d'autant plus faciles que la température est plus basse. Néanmoins nous avons trouvé qu'il est possible de polir les grêlons dans le laboratoire à des températures ordinaires si l'on refroidit au préalable les porte-objets, le papier à l'émeri, etc., dans des vases à parois doubles contenant des mélanges réfrigérants.

Pour l'étude optique des plaques minces nous nous servions à l'air libre d'un microscope polarisant, et au laboratoire d'une lanterne de projection. Dans ce dernier cas (fig. 2), la plaque mince fut posée dans un vase à parois doubles et à fond double formé (pour

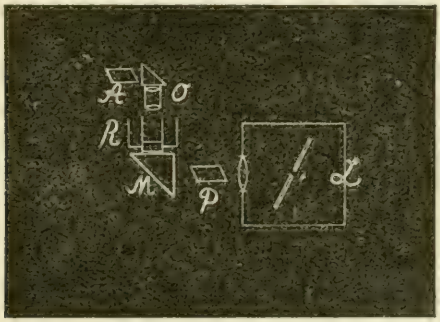


Fig. 2. — L. Lanterne de projections. — P. Polarisateur. — M. Miroir. — R. Vase pour réfrigération. — O. Objectif. — A. Analyseur.

empêcher la condensation de la vapeur d'eau de l'air ambiant), par deux plaques de verre plan-parallèle ; l'espace entre les parois contenait un mélange de glace et de Na Cl. L'image réelle de la plaque mince fut projetée sur un écran ou sur une plaque photographique (« autochrome »).

La plupart des grêlons étaient formés d'un seul individu cristallin. La même structure se manifestait chez les « grêlons artificiels » — gouttes d'eau congelées dans un mélange d'huile de canelle et d'huile de lin de densité correspondante. Les grêlons composés de plusieurs individus cristallins ne montraient aucune régularité ni dans la forme des surfaces des individus cristallins, ni dans les angles entre ces surfaces. ni dans les directions de leurs axes tant relativement aux directions des axes des individus cristallins voisins, que par rapport au noyau laiteux du grêlon[1]. Ce noyau se montrait dans les plaques minces comme un agglomérat de bulles d'air de différentes dimensions.

Je serais bien heureux si ma tentative devait provoquer des recherches du même genre et si d'autres avaient la chance de conserver ou d'étudier des grêlons plus gros ou d'une structure plus particulière que ceux recueillis par moi. A mon avis, c'est un des plus puissants moyens de compléter nos connaissances bien insuffisantes sur l'origine de la grêle et sur les particularités de sa formation.

Laboratoire de physique
de l'Institut technologique de Tomsk.

[1] Nous avons trouvé les mêmes particularités dans les grêlons qui sont tombés le 30 mai/12 juin 1910 à Tomsk, et qui étaient tous formés de plusieurs individus cristallins.

NOTE PRÉLIMINAIRE

SUR

QUELQUES GISEMENTS CURIEUX

DE PLATINE DE L'OURAL

PAR

Louis DUPARC

Dans une précédente communication[1], j'ai signalé la présence du platine dans les pyroxénites pour deux gisements de l'Oural étudiés par moi, à savoir celui de Barantcha (rivières qui se trouvent sur la rive droite et descendent de Sinaïa Gora), et celui de la Gussewa dont les affluents platinifères descendent des Gussewi-Kamen. J'ai démontré que le platine qui provient des pyroxénites, a une composition généralement différente de celui renfermé dans la dunite, il est caractérisé par sa pauvreté en osmiures (0,2-0,3 % contre 1 à 15 %) et sa richesse en platine (86-90 %). Cette année, en compagnie de M. de Wolf, j'ai visité un certain nombre de gisements curieux, dont je donnerai sommairement ici la description, renvoyant pour les détails à mon travail général sur les gisements platinifères, qui paraîtra dans quelques mois.

[1] L. Duparc, *Archives*, 1908.

1. *Gisement de la Kiédrowka.* — Il est situé sur la Taguilskaya Datcha. La toute petite rivière Kiedrowka qui est un affluent de la Biélaya Wya, est seule platinifère, dans une région où toutes les autres rivières sont sans platine. Elle s'amorce, de même que les affluents droits de la Biélaya Wya, tout près de la crête de l'Oural (ligne de partage des eaux asiatiques et européennes), dans une région formée toute entière par des quartzites et des schistes quartziteux. Dans ces conditions, la présence de platine dans les alluvions de Kiédrowka paraissait tout à fait singulière, et ces alluvions, quoique peu étendues, sont cependant assez riches. Or, un examen détaillé des lieux nous a montré que, dans le voisinage des sources de Kiédrowka et sur la rive gauche, il existe un petit îlot de pyroxénites identiques à celles de Barantcha, qui est enclavé dans les formations quartziteuses en question. C'est de ces pyroxénites que provient incontestablement le platine de Kiédrowka, et ce gisement est donc le troisième de son espèce dans l'Oural. Le platine de Kiedrowka est assez gros et présente exactement les caractères de celui de Gussewa et de Barantcha ; son analyse sera communiquée ultérieurement.

2. *Le gisement de l'Obléiskaïa Kamenka.* — La rivière Kamenka se trouve aussi dans la Taguilskaya-Datcha. Elle est formée par deux rivières distinctes, l'Egorowa-Kamenka et l'Obléiskaïa-Kamenka, qui se réunissent avant de se jeter dans le lac de Tschernoistotchnik. La première de ces deux rivières ne renferme pas de platine (du moins de platine industriel), la seconde est platinifère et a même été assez riche. Le bassin de la Kamenka est contigu, et directement à

l'Est du grand centre platinifère dunitique de Taguil (Mont-Solowieff, etc.) ; il en est séparé par une barrière de montagnes assez élevées (Bielaïa Gora Popretschnaïa, etc.). A priori on pourrait supposer que le platine de la Kamenka est venu au centre en question à une époque où la configuration topographique différait de celle d'aujourd'hui. Un examen approfondi de la région, et surtout du rapport des dunites et des pyroxénites dans le centre dunitique, nous a permis de nous convaincre que cette hypothèse devait être définitivement écartée ; le platine d'Obleiskaya Kamenka est autochtone et doit, en gîte primaire, se trouver dans les roches qui forment le bassin de cette rivière. Or, celles-ci sont exclusivement des gabbros variés, plus ou moins mélanocrates, plus ou moins ouralitisés et en partie saussuritisés, des pyroxénites franches, puis des roches plus ou moins dioritiques et ouralitisées, avec des alternances de facies leucocrate et mélanocrate, le premier dominant, et des variétés bréchiformes fréquentes. Les pyroxénites percent localement au milieu des gabbros et forment des affleurements peu étendus ; les gabbros forment les montagnes qui encaissent la partie ouest et sud-ouest du bassin (Ostraïa Klamnouchka Opaknin, etc.); quant aux roches dioritiques, elles sont développées dans la partie sud et est (Oblei, etc.). Un examen minutieux de toute la contrée nous a permis de nous convaincre que nulle part il n'existe le plus petit affleurement de dunites. L'Obleiskaya Kamenka est formée par la réunion de plusieurs petites sources qui s'amorcent en divers points du bassin : seules celles qui proviennent de la partie ouest, sont platinifères. Or, l'une de ces sources vient d'un point

où affleurent les pyroxénites, et on peut donc admettre que le platine, là encore, provient des pyroxénites. Il est intéressant de constater que le Jegorowa Kamenka qui, à sa source, ravine un petit affleurement des mêmes roches, n'est pas platinifère cependant. Le platine de l'Obleiskaya Kamenka a d'ailleurs tous les caractères extérieurs de celui des pyroxénites.

3. *Les tributaires platinifères du lac de Tschernoistotschnik.* — La crête montagneuse qui forme la partie orientale du bassin de l'Obleiskaya-Kamenka se prolonge sur toute la partie est du lac de Tshernoistotschnik ; elle forme un long « ouwal » boisé qui s'élève immédiatement au-dessus de la rive, et dont l'altitude décroît progressivement en allant vers le nord. Du flanc occidental de cet ouwal descendent quelques très petites rivières qui se jettent directement dans le lac. Ce sont du sud au nord : Ipatikha, Boroundouka, Lodotschnik et Istoukha. Toutes ces rivières sont platinifères, et leur platine ne peut provenir que des roches qui forment l'ouwal en question. Nous avons parcouru celui-ci dans tous les sens, et avons constaté ce qui suit :

1° Nulle part sur l'ouwal il n'existe des dunites massives ou filoniennes.

2° En un seul point situé en dehors du bassin des rivières en question ; entre Lodotschnik et Istoukha, nous avons trouvé un tout petit affleurement de roches pyroxénitiques en partie serpentinisées.

3° Tout l'ouwal (du moins la crête et le flanc occidental) est formé par des roches gabbroïques variées, souvent bréchiformes, à faciès leucocrate dominant. La conclusion qui s'impose c'est que le pla-

tine provient de ces roches gabbroïques. Or c'est là un phénomène absolument insolite ; partout où dans l'Oural, il existe des roches gabbroïques, celles-ci sont stériles au point de vue du platine. Le cas des tributaires de la rive occidentale du lac de Tschernoistotschnik est donc une anomalie. Peut-être peut-on l'expliquer en admettant que dans le voisinage d'un énorme centre platinifère comme celui du Solowieff, le platine n'a pas été drainé complètement par la dunite, dernier produit de concentration magmatique, comme c'est généralement le cas, mais qu'il en reste encore localement dans les roches qui forment l'auréole du massif dunitique. Ou encore peut-on supposer que le platine existait primitivement dans une roche pyroxénitique consolidée comme telle. Puis celle-ci aurait été disloquée et en partie fixée après un délayage préalable des minéraux réfractaires à l'assimilation, par une énorme venue feldspathique ultérieure, le mélange des deux éléments ayant fourni les roches gabbroïques observées. Le platine serait alors en quelque sorte un minéral erratique dans le nouveau produit ainsi formé. La présence si fréquente dans l'ouwal indiqué de roches leucocrates bréchiformes renfermant des blocs anguleux de pyroxénite, semblerait donner un corps à cette hypothèse.

4. *Le gisement de l'Omoutnaïa.* — Ce dernier se trouve dans la Sysserskaya-Datcha, au sud d'Ekaterineburg ; il rentre dans le type classique des gisements dunitiques à ceinture de pyroxénites. La rivière Omoutnaïa coule sur le versant européen de l'Oural, c'est un tributaire de la Tschoussowaïa. La dunite, source première du platine, forme une très petite ellipse, dont le

grand axe est à peu près N.-O. S.-E. et qui est complètement circonscrite par une épaisse ceinture de pyroxénites plus ou moins riches en olivine. Celles-ci sont à leur tour encerclées par des gabbros et des roches dioritiques, de structures et de grains variés, qui sont très caractéristiques pour la plupart des gisements platinifères (Iss, Taguil, etc.). Le platine provient exclusivement de la dunite : il est apporté dans l'Omoutnaïa par deux petits ravins qui sont encaissés dans cette roche. Dans la partie S.-E. du massif dunitique, il existe encore trois petits ravins secs analogues, dont les sources et une partie du lit sont aussi creusés dans la dunite, et qui sont également platinifères. Les pyroxénites qui circonscrivent la dunite, sont stériles ; l'Omoutnaïa ne renferme en effet pas de platine en amont des deux petits ravins indiqués ci-dessus, dans la partie de son cours qui est entièrement encaissée dans ces roches. Il semble généralement que là où la dunite apparaît dans les pyroxénites, elle draine à son profit tout le platine qui reste ainsi dans le dernier produit de concentration magmatique.

J'ajoute que la dunite de l'Omoutnaïa (et en partie les pyroxénites), sont traversées par d'innombrables filons leucocrates, mésocrates ou mélanocrates ; les leucocrates du type des plagiaplites, les mésocrates du type des diorites et des diorites-pegmatites à éléments souvent gigantesques, les mélanocrates du type lamprophyrique (diorites mélanocrates, hornblendites, etc.).

Les gisements dunitiques de l'Oural s'échelonnent donc du nord au sud comme suit : 1. Daneskin-Kamen

et rivière Solva. 2. Gladkaïa-Sopka et les rivières Travianka. 3. Le Kanjakowsky avec les rivières Iow et Poloudniewaïa. 4. Le Koswinsky (flanc oriental) avec la rivière Kitlim et Malaïa Koswa. 5. Le Sosnowsky-Ouwal (Koswinsky flanc ouest) avec la rivière Sosnowka. 6. Le Kamménouchki, avec les deux rivières Kamenka. 7. Le double centre de l'Iss, soit Véressowy-Ouwal et Tswetli-bor avec les rivières Pokap M. et B. Prostokischenka, Kossia, etc. et l'Iss qui les réunit toutes. 8. Le grand centre unique de Taguil (Solowiewsky-Kamen) avec les rivières Martian, Wyssim et Syssim. 9. Le gisement minuscule de l'Omoutnaïa. Tous ces gisements appartiennent à une longue traînée de roches basiques qui, tantôt coïncide avec la ligne de partage, tantôt se trouve à quelques kilomètres plus à l'est.

5. *Les gisements de la rive gauche de la Barantcha.* — La Barantcha reçoit en face de Sinaïa-Gora, mais sur sa rive gauche, un affluent platinifère appelé Oroulikha. Cette petite rivière fut même fort riche, depuis 84 ans elle est travaillée par les paysans qui en ont lavé et relavé les sables. Un peu en aval du confluent d'Oroulikha, il existe plusieurs petits lojoks secs (Soukhoï-log par exemple) qui sont platinifères également. Toute la contrée qui forme la rive gauche de la Barantcha est relativement plate, une seule crête boisée, orientée à peu près E.-O. et appelée Magnitnaïa forme un accident topographique d'une certaine importance. Les sources d'Oroulikha comme celles des lojoks en question, sont voisines de cette crête, mais se trouvent dans un terrain plat couvert par un épais manteau d'alluvions. Le pays étant très boisé les affleu-

rements sont rares, néanmoins nous avons pu observer ce qui suit : L'extrémité occidentale de Magnitnaïa est formée par des pyroxénites à olivine, mais toute la crête elle-même est constituée par des gabbros de type assez uniforme. Dans les régions plates, notamment sur la Barantcha, entre le confluent d'Oroulika et de Soukhoi-log, on trouve des espèces de tilaïtes qui passent latéralement aux pyroxénites. Sur le chemin qui va de l'embouchure du Soukhoï-log à Ossipo-Komissarowsky-priisk sur Oroulikha, on ne trouve que des gabbros plus ou moins leucocrates ou mélanocrates, renfermant plus ou moins d'olivine. En montant aux sources d'Oroulikha depuis la laverie en question, les rares affleurements que l'on rencontre sont des gabbros. Nulle part dans le matériel alluvial des cours d'eau, comme aussi sur les affleurements rencontrés, nous n'avons trouvé de dunites. Il est donc probable que le platine d'Oroulikha provient des gabbros également ou des pyroxénites visibles à Magnitnaïa, mais comme le sol est très couvert, on ne saurait être absolument affirmatif, sauf en ce qui concerne la non-existence d'un massif dunitique d'une certaine importance.

SUR UN PLI-FAILLE

COUCHÉ DANS LA PAROI SUD

DU SOUBASSEMENT DE LA POINTE DE PLATÉ

Près Chedde (Haute-Savoie)

PAR

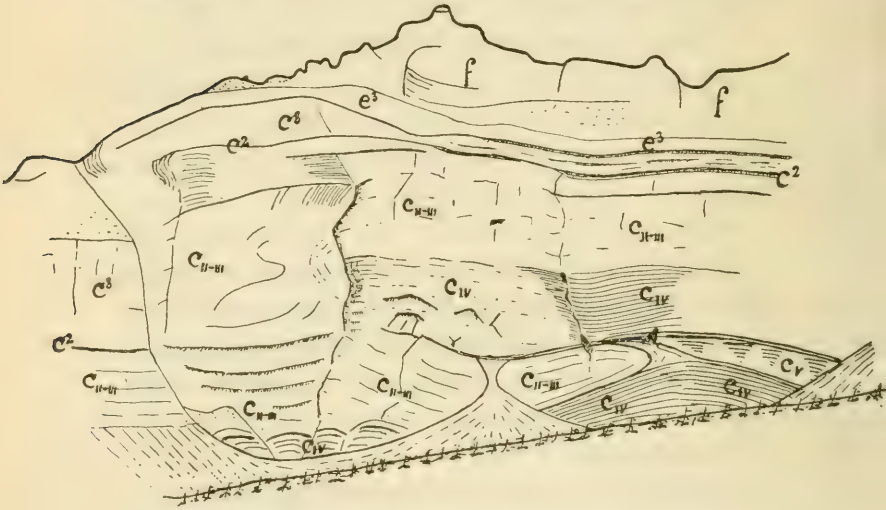
Edmond HITZEL

Lorsqu'on parcourt la route de Chamonix, entre le Fayet et le vallon du Châtelard, et que l'on examine la muraille qui, au nord, forme le soubassement de la Pointe de Platé (2553 m.), on est frappé de la différence d'aspect que présente sa base, des deux côtés de la cime précitée [1].

A droite (est), sortant des éboulements de la crête du Dérochoir, une haute zone noirâtre s'étend au-dessus des éboulis, et vient s'arrêter brusquement sur la rive droite d'un large ravinement qui descend de la Pointe de Platé. Cette zone est constituée par les calcaires hauteriviens. Elle est limitée, à sa partie inférieure, par la bande blanchâtre ou rougeâtre parfois,

[1] Un bon point de vue se trouve au voisinage de la borne, 37,6 km., un peu en amont de la descente des conduites forcées qui alimentent les machines des usines électrochimiques de Chedde. Le croquis joint à cette note a été pris de cet endroit. vers midi, la montagne étant ainsi éclairée de face, et sans ombres portées.

très visible, qui, dans la région, sépare l'Hauterivien des schistes valanginiens [1]. Elle est surmontée par les calcaires urgoniens, blancs, d'une puissance un peu supérieure, séparés eux-mêmes du Sénonien blanc par la ligne sombre du Gault. Au-dessus, s'élèvent ensuite l'étage nummulitique et les couches brun noirâtre du Flysch.



La Pointe de Platé et son pli-faille couché, vus de la route de Chamonix. — Légende : *f* Flysch; e^3 Calcaires nummulitiques; c^3 Sénonien; c^2 Gault; c_{II-III} Calcaires urgoniens; c_{IV} Calcaires hauteriviens (noirs); c_V Schistes valanginiens.

A gauche de la Pointe de Platé, on ne voit qu'une muraille blanche s'étendant depuis les éboulis jusqu'au Gault. Elle présente toutefois quelques particularités dont il sera question plus loin. Il y a donc ici, pour une même hauteur de paroi qu'à l'est de la cime, absence de l'Hauterivien et augmentation considérable

[1] On se trouve vers la base de l'Hauterivien.

de puissance des calcaires blancs, dont l'épaisseur est de deux à trois fois supérieure à celle des mêmes calcaires, à l'est.

Si maintenant, l'on regarde à la base de la Pointe de Platé, on distingue facilement une bande de calcaires blancs de 300 à 400 mètres de long, qui forme *hernie* dans les calcaires noirs, et dont la base arrive à la limite des éboulis. Elle est bordée, à l'est, par un repli, doublure de calcaires hauteriviens, noirs, à peu près de même aspect que ceux de la zone sus-jacente. Elle est surmontée par la bande blanche, séparatrice de l'Hauterivien et du Valanginien, et touche, à son extrémité, les marnes de ce dernier terrain. Le coin urgonien est donc en contact avec la base de l'Hauterivien, tandis que son extrémité et le repli d'Hauterivien sous-jacent qui le prolonge vers l'est, touchent le Valanginien. Ce coin d'Urgonien présente au-dessus, comme contre-partie, la terminaison de la bande de calcaires hauteriviens dans l'Urgonien. La boucle hauterivienne est située dans un enfoncement et se termine dans une région disloquée : elle frappe moins le regard et contraste moins avec les terrains voisins que le coin urgonien. Mais on ne peut douter que l'ensemble des boucles urgonienne et hauterivienne ne constitue un *pli-faille couché*, avec étirement complet du flanc médian sur la ligne de contact des boucles.

Reportons-nous à l'ouest de la Pointe de Platé. Si l'on examine la partie supérieure du bel escarpement d'environ 500 mètres de haut qui la termine de ce côté, on voit la bande de Gault se perdre dans la muraille. On la retrouvera, avec une dénivellation de 200 mètres environ, sur la rive droite de l'étroite ravine

qui sépare la muraille précitée, d'une région plus basse se reliant au versant gauche du cirque inférieur de Platé. Elle se maintient à peu près au niveau des éboulis qui, au-dessus des pentes boisées, bordent la muraille formée par les escarpements supérieurs. On se trouve donc en présence d'une faille [1].

La région située à l'ouest du coin d'Urgonien, offre jusqu'à une grande hauteur, un aspect tourmenté différant beaucoup de celui de la bande de calcaires supérieurs en contact avec le Gault. Vue des pentes au-dessus de Plaine-Joux, elle semble, comme du reste la partie située à l'ouest de la faille, composée de couches verticales, ondulées. Cette fausse stratification, due à l'élargissement des diaclases provoquées par la compression subie par les couches, produit un effet saisissant. La partie inférieure de la région porte, au niveau de la partie supérieure de l'Hauterivien de l'est, des corniches très inclinées, gazonnées, surmontées d'autres corniches dessinant comme des courbes de rebroussement, et dont l'une d'elles est bien visible. Enfin, au pied de la muraille, on voit affleurer les calcaires hauteriviens qui n'ont plus la teinte noire de ceux à l'est du pli, mais une couleur grisâtre, et semblent continuer les couches du même terrain situées à l'ouest de la ravine à la faille.

En résumé, le soubassement de la Pointe de Platé porte les traces d'un accident tectonique qui, peu important en étendue, est intéressant par sa netteté. La résultante locale du mouvement dont il dérive, se traduit par un pli-faille couché, très régulier, avec un

[1] Elle est portée sur la carte géologique, feuille n° 110 bis, Annecy (août 1894).

léger décollement à l'extrémité est du flanc médian, qui a amené l'Urgonien et l'Hauterivien en contact anormal avec le Valanginien. La grande hauteur de calcaires blancs signalée à l'ouest de la cime est due, d'abord à la superposition de deux épaisseurs de terrain urgonien, et peut-être aussi à l'intercalation de parties du Sénonien qui recouvraient la branche d'Urgonien avant son plissement. Les couches de l'Eocène qui constituent la partie supérieure de la montagne ne semblent pas avoir été rompues par cet accident, car la zone de grès et de conglomérats qui forme une limite très constante à la base des calcaires compactes de l'horizon de Platé, se continue sans interruption. Le Tertiaire n'a subi qu'une forte flexion vers l'ouest.

Le pli-faille couché, sous la pointe de Platé, dont nous venons de rendre compte, n'a pas, à notre connaissance, été signalé. Il est évidemment en relation avec la faille de la grande muraille, et doit, sans doute, provenir de la même poussée qui, dans le haut vallon de Salles, au nord du col du Dérochoir, a fait apparaître deux couches de Gault (Necker, Maillard). De nouvelles recherches permettront probablement de jeter quelque lumière sur cette question.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

PENDANT LES MOIS DE

Juin, Juillet et Août 1910

(ÉTÉ 1910)

OBSERVATIONS DIVERSES

Juin 1910

Brouillard. — *Brouillard une partie de la journée* : le 14 à Savatan; les 15, 16 et 23 à Dailly; les 11, 12, 14, 15, 16, 23 et 30 à l'Aiguille.

Orages les 1, 2, 10, 22, 29 et 30.

Juillet 1910

Brouillard. — *Brouillard une partie de la journée* : le 6 à Savatan et les 3, 19 et 20 à l'Aiguille.

Fœhn : le 22 aux quatre stations.

Orages les 10, 13, 16, 17 et 31 ; très violent le 17.

Grêle les 17 et 31 à Dailly.

Août 1910

Brouillard. — *Brouillard une partie de la journée* : le 29 à Savatan ; les 11 et 27 à Dailly ; les 10, 11, 16, 23 et 27 à l'Aiguille.

Orages les 11, 16 et 26.

MOIS DE JUIN 1910

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	700.6	656.4	+15.7	+13.0	62	58	4	3	4	....	....	..	....	0.1	....	0.1	....
2	702.4	658 1	16.1	13.0	63	64	6	7	7	2.0	....	1.2	....	1.9	....	2.1	....
3	701.4	657.7	17.3	14.9	57	43	2	3	2	...	....	....	....	....	....	....	....
4	696.4	652.9	17.3	13.7	63	50	5	6	6	....	....	....	....	....	....	....	....
5	**693.5**	**649.9**	17.3	13.4	61	41	7	6	8	....	....	....	....	....	....	....	....
6	697.9	652.3	17.7	14.1	56	41	4	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
7	704.7	658.7	16.7	13.8	72	69	5	7	5	....	...	.. .	....	0.4	....	0.5	....
8	705.3	660.5	**19.3**	**16.5**	**46**	**32**	0	1	0	....	....	....	...	....	. . .	....	....
9	701.8	657.9	18.8	15.7	48	39	3	4	4	1.1	....	0.6	....	0.9	....	1.1	....
10	699.7	655.0	14.5	11.2	81	83	7	5	7	4.0	....	4.5	....	7.6	....	6.4	....
11	700.6	655.6	11 9	9.4	90	88	10	9	9	1.3	...	0.8	....	0.2	....	0 3	....
12	700.6	656.0	15.0	10.8	65	72	8	8	7	....	....	....	....	....	....	....	....
13	700.5	655 5	14.4	10.8	78	91	10	9	10	19.6	....	20.8	....	26.4	....	28.7	....
14	704.4	658.8	11.2	8.4	**99**	100	10	10	10	**24.1**	....	**30.0**	....	**37.1**	....	**32.5**	....
15	707.4	661.1	12.1	9.3	89	100	10	10	10	1.2	....	2.0	....	3.7	....	4.5	....
16	706.9	661.3	13.7	9.9	82	100	9	9	10	....	....	....	....	....	....	....	....
17	707.3	662.1	16.1	12.1	77	94	6	8	6	....	....	...	....	....	....	....	....
18	707.3	663.2	15.7	13.1	68	64	2	3	3	....	....	....	....	.1.2	....	0.9	....
19	**708.8**	**663.5**	17.0	13.3	53	47	1	0	1	....	....	....	....	....	....	....	....
20	706.7	662.4	17.6	15.0	50	39	0	1	0	....	....	....	....	...	....	....	....
21	704.5	660.9	18.3	14.9	55	45	3	2	4	6.3	....	4.0	....	3.5	....	4 0	....
22	704.5	659.7	15.1	12.7	82	61	9	8	9	17.1	....	19.8	....	17.8	....	16.8	....
23	705.6	660 3	13.9	10.6	69	69	7	9	9	0 2	....	....	....	....	....	....	....
24	702.6	658.1	14.5	10.7	66	63	9	9	9	8 1	....	9.0	....	8.7	....	8.6	....
25	699.2	654.9	13.0	10.5	83	79	9	9	8	19.0	....	18.6	....	19.8	....	15.8	....
26	694.3	650.2	**10.5**	**8.2**	93	81	10	9	10	21.0	....	19.7	....	17.9	....	15.5	....
27	702.4	656.7	12.9	9.0	59	64	5	5	5	0.2	....	....	....	....	....	....	....
28	705.6	659.0	15.2	13.0	54	47	3	3	1	....	....	....	....	....	....	....	....
29	704.7	659.1	17.3	16.1	65	46	5	6	5	13.0	....	11.3	....	11.9	....	10.2	....
30	701.3	655.6	+11.4	8.3	87	98	9	10	10	9.0	....	11.0	....	11.2	....	11.0	....
MOIS	702.63	657.78	+15.25	+12.19	69	66	5.9	6.1	6.1	147.2		153.3		170.3		159.0	

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1910

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade...	700.82	699.61	700.68	700.37	656.20	655.58	656.06	655.95
2me » ...	704.38	704.51	705.76	705.05	659.69	659.92	660.25	659.95
3me » ...	702.20	702.17	703.03	702.47	657.20	657.63	657.53	657.45
Mois..	702.63	702.10	703.16	702.63	657.70	657.71	657.95	657.78

Température.

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade...	+13.78	+21.14	+16.28	+17.07	+13.0	+24.1
2me » ...	12.16	16.48	14.76	14.47	11.5	18.6
3me » ...	12.20	16.72	13.71	14.21	10.7	19.6
Mois..	+12.71	+18.11	+14.92	+15.25	+11.7	+20.8
	Dailly					
1re décade...	+12.13	+16.72	+12.94	+13.93	+10.3	+18 6
2me » ...	9.75	12.65	11.27	11.22	8.7	14.0
3me » ...	10.22	13.48	10.57	11.42	8.1	15.9
Mois..	+10.70	+14.28	+11.59	+12.19	+ 9.0	+16.2

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	75	47	60	61	60	41	55	52
2me » ...	89	68	68	75	88	72	79	80
3me » ...	80	64	70	71	73	57	65	65
Mois..	81	60	66	69	73	57	67	66

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	3.6	4.4	5.1	4.4	4.2	4.2	5.7	4.7	3.6	5.4	5.4	4.8
2me » ...	6.9	6.6	6.0	6.5	6.7	7.1	6.4	6.7	7.0	7.4	5.8	6.7
3me » ...	6.4	6.2	7.9	6.8	6.6	6.6	7.8	7.0	6.4	6.4	7.9	6.9
Mois..	5.6	5.7	6.3	5.9	5.8	6.0	6.6	6.1	5.7	6.4	6.4	6.1

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1910

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade...	702.53	702 10	702.65	702.43	656.85	656.90	657.06	656.94
2me » ...	703 45	703.42	703.87	703.58	658.73	658.70	658.97	658.80
3me » ...	704.40	704.06	704.28	704.25	659.41	659.26	659.08	659.25
Mois..	703.49	703.22	703.62	703.44	658.37	658.32	658.39	658.36

Température.

	Savatan					
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
	°	°	°	°	°	°
1re décade...	+ 9.54	+ 13.64	+ 11.25	+ 11.48	+ 8.7	+ 15.5
2me » ...	14.36	18.54	16.10	16.33	13.7	20.7
3me » ...	13.00	17.71	15.82	15.51	11.7	20.0
Mois..	+ 12.32	+ 16.66	+ 14.44	+ 14.47	+ 11.4	+ 18.8
	Dailly					
1re décade..	+ 6.99	+ 10.25	+ 8.45	+ 8.56	+ 5.7	+ 11.8
2me » ...	12.13	15.51	13.69	13 78	10.8	16.9
3me » ...	11.15	15.39	13.65	13.40	9.3	17.4
Mois..	+ 10.12	+ 13.77	+ 11.99	+ 11.96	+ 8.7	+ 15.4

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	90	66	81	79	84	72	75	77
2me » ...	84	67	75	75	79	70	64	71
3me » ...	77	63	69	70	65	50	55	57
Mois..	83	65	74	74	76	64	65	68

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	7.0	6.6	7.1	6.9	7.8	6.9	7.7	7.5	7.5	6.5	7.9	7.3
2me » ...	6.3	6.3	7.2	6.6	6.7	6.7	7.6	7.0	6.2	6.4	7.4	6.7
3me » ...	4.6	4.7	4.5	4.6	4.9	5.4	4.3	4.8	4.7	5.1	5.1	5.0
Mois..	5.9	5.8	6.2	6.0	6.4	6.3	6.4	6.4	6.1	6.0	6.7	6.3

MOIS DE JUILLET 1910

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	702.7	656 8	+12.1	+ 8.9	66	65	4	5	5	....	....	....	....	....	. ..	....	....
2	700.7	655.7	13.8	10.5	71	68	6	7	7	14.5	....	13.4	....	13.3	....	12.9	....
3	701.8	656.0	10.7	7.0	75	68	7	8	6	1.4	....	1.9	....	3.0	....	2.4	....
4	702.4	656.9	9.3	6.2	83	91	9	9	10	17.0	....	19.0	....	24.1	....	21.2	....
5	**707.5**	660.7	9.9	7.0	86	80	9	8	9	0.5	....	0 5	....	0.9	....	1.5	....
6	702.8	657.8	9.2	7.4	**97**	86	10	10	10	17.5	....	22.2	....	23.5	....	24.5	....
7	701.2	**655.6**	**8.6**	**5.9**	95	**93**	10	10	10	8.5	....	9.2	....	11.8	....	11.4	....
8	701.9	655.9	11.2	7.7	77	88	8	8	9	0.4	....	0.5	....	0.3	....	0.2	....
9	701.8	656.8	14.9	12.1	62	61	1	5	2	....	....	....	....	....	....	....	....
10	701.5	657.1	14.9	13.0	77	71	4	5	5	4.6	....	8.2	....	4.6	....	5 5	.. .
11	702.3	657.3	14.7	12.1	81	83	9	9	10	2.9	....	3.2	....	3.6	....	3.3	....
12	704 6	658.5	14.5	12.0	76	85	8	9	9	4.6	....	5.2	....	5 8	....	4.4	....
13	707.0	661.0	15.5	12.5	69	68	7	7	9	3.7	....	5.4	....	5.6	.. .	4.2	....
14	705.2	660.4	17.5	15.3	66	57	2	2	2	....	....	....	....	....	....	....	....
15	700.9	657.0	18.5	15.9	60	48	4	5	2	....	.. .	....	....	....	....	....	....
16	**699.4**	656.1	19.3	16 6	64	55	4	3	2	....	....	0.2	....	....	....	....	....
17	701.3	657.0	17.9	16.2	76	67	6	7	6	**123.4**	....	**96.7**	....	**87.2**	....	**84.5**	....
18	704.0	659.4	15.6	13.0	90	80	8	9	8	1.8	....	2.3	....	1 3	....	5.1	....
19	704.9	660.5	14.8	12.2	86	80	8	10	9	1.1	....	1.1	....	1.1	....	1.6	....
20	706 3	660.8	14.9	11.8	84	90	10	10	10	4.1	....	3.6	....	3.6	....	4.5	....
21	706.5	**661.2**	18.2	18 0	62	35	0	1	1	....	....	....	....	....	....	....	. ..
22	703.1	659.7	**23.7**	**22.4**	**38**	**17**	3	3	3	4.0	....	3.8	....	3.0	....	2.5	....
23	705.0	659.6	11.5	9.4	96	73	10	10	10	11.0	....	13.6	....	19.1	....	18.6	....
24	706.1	660.8	12.4	9.6	69	60	4	5	4	0.1	....	...	....	....	....	....	....
25	702.6	657.7	14.3	11.6	60	64	2	3	3	0.8	....	0.7	....	0.3	....	0.2	....
26	704.4	658.4	12.5	9.2	74	69	8	9	8	1.3	....	1.3	....	0.8	.. .	1.6	....
27	705.8	659.9	13.0	10.3	63	57	0	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
28	703.5	658.1	15.9	15.1	67	47	3	3	3	....	.. .	....	....	....	....	....	....
29	703.9	659.0	15.1	12.8	80	56	9	6	9	6.2	....	4.2	....	4.4	....	5.0	....
30	703.4	659.0	17.8	15.0	70	70	1	3	3	....	....	....	....	10.4	....	10.2	....
31	702.5	658.2	+16.3	+14.1	88	76	10	10	10	24.4	....	26.3	....	17.2	....	16.2	....
MOIS	703.44	658.36	+14.47	+11.96	74	68	6.0	6.4	6.3	253.8	....	242.5	....	244.9	....	241.5	....

MOIS D'AOUT 1916

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	o	o	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	703 2	658.8	+16.0	+13.8	68	74	4	5	5	....	....	....	...	....	....	....	....
2	702.0	658.0	16.7	14.3	68	56	7	6	6	6.0	....	6.2	....	5.5	....	5.6	....
3	700.8	656 8	12.9	9.8	**94**	98	8	10	8	17.7	....	18.4	....	24.4	....	**23.2**	....
4	700.5	655.8	12.1	9.2	84	83	8	5	5	9.0	....	8.7	....	11.6	....	11.5	....
5	702.1	656.2	**11.5**	8.6	78	71	8	7	8	3.5	....	2.8	....	2.9	....	3.5	....
6	705.5	659.0	12.4	9.1	69	66	8	7	6	0.7	....	0.7	....	....	....	....	....
7	701.5	659.5	13.7	10.3	59	59	4	3	3	....	....	....	....	....	....	....	....
8	701.8	657 0	14.5	12.5	62	51	5	2	2	....	....	....	....	....	....	....	....
9	**698.5**	**654.5**	13.1	10.9	85	82	8	8	9	3.5	....	4.1	....	4.6	....	5.2	....
10	700.6	655 3	13.9	11.4	82	87	10	10	9	6.9	....	8.5	....	9.1	....	8.6	....
11	703.8	658.1	14.8	11.5	68	71	6	6	6	1.8	....	2.2	....	1.7	....	1.4	....
12	709.4	663.0	14.8	12.2	59	59	3	5	2	....	....	....	....	....	....	....	....
13	709.7	**664.6**	18.1	14.6	64	56	4	4	4	....	....	....	....	....	....	....	....
14	705.2	661.5	18.6	17.1	69	48	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
15	704.7	661 3	20.3	18.3	58	44	3	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
16	707.3	662 8	18.1	14.8	73	88	9	7	8	**21.8**	....	**24.2**	....	**28.4**	....	20.5	....
17	708.2	664.0	18.1	15.5	66	59	1	1	2	....	....	....	....	....	....	....	....
18	708.0	663.8	18.9	16.6	59	50	0	4	0	....	....	....	....	....	....	....	....
19	707.3	663.5	19.9	19.7	**49**	**25**	1	3	2	....	....	....	....	....	....	....	....
20	709.1	663 9	21.0	16.6	56	61	0	0	1	....	....	....	....	....	....	....	....
21	706.9	663.5	**22.1**	**21.0**	53	36	0	3	2	....	....	....	....	....	....	....	....
22	705.3	660.4	16.1	12.2	72	80	4	8	8	2.0	....	2.0	....	2.5	....	3.4	....
23	705.1	660.1	14.8	10.5	62	70	5	8	6	....	....	....	....	....	....	....	....
24	705.6	660.5	14.3	11.0	65	66	3	5	3	0.3	....	....	....	0.3	....	0.4	....
25	706.8	661 5	17.8	14.6	63	55	3	3	4	....	....	....	....	....	....	....	....
26	705.0	660.8	18.5	15.3	57	52	6	7	7	17.5	....	18.5	....	20.1	....	19.7	....
27	705.5	660.7	14.5	11.2	78	100	7	6	6	0.2	....	....	....	....	....	....	....
28	702.0	657.8	15.0	13.7	69	59	5	5	5	....	....	....	....	....	....	....	....
29	703.3	658.2	13.5	12.8	79	82	7	7	7	8.0	....	7.8	....	8.1	....	8.2	....
30	706.7	660.8	14.5	11.4	82	87	8	8	9	1.5	....	2.0	....	1.7	....	2.5	....
31	**710.3**	663.6	+11.8	+ **8.1**	79	89	9	10	9	2.6	....	3.4	....	5.8	....	5.2	....
MOIS	705.00	660.17	+15.89	+13.19	69	67	4.8	5.3	5.0	103.0	....	109.5	....	126 7	....	118.9	....

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1910

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade...	702.02	701.66	702 17	701.95	657.22	656.95	657.10	657.09
2me » ...	707.38	706.99	707.47	707.28	662 30	662.43	663.19	662 64
3me » ...	705 49	705.49	706.09	705.69	660.56	660.71	660.89	660.72
Mois..	704.98	704 74	705.27	705.00	660.04	660 05	660.41	660.17

Température.

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade ...	+11.96	+15.90	+13.20	+13.69	+11.1	+18.8
2e » ...	15.08	21.04	18.68	18.27	14.4	23 2
3e » ...	13.93	17.51	15.76	15.73	12.6	19.4
Mois..	+13.66	+18.13	+15.88	+15 89	+12.7	+20.4
	Dailly					
1re décade...	+ 9.88	+12.86	+10.25	+11.00	+ 8.3	+14.6
2me » ...	13.13	18.03	15.93	15.70	12.1	19.8
3me » ...	11.78	+14.68	12.24	12.90	9.8	16.3
Mois..	+11.60	+15.17	+12.79	+13.19	+10.1	+16.9

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	81	66	77	75	74	68	76	73
2me » ...	75	57	55	62	69	50	50	56
3me » ...	73	69	65	69	71	70	70	70
Mois..	76	64	65	69	71	63	66	67

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	7.0	7.1	6.7	6.9	5.5	6.7	6.7	6.3	5.4	6.6	6 6	6 2
2me » ...	2.5	2.6	2.7	2.6	3.1	3.3	2.9	3.1	3.3	3.2	1.6	2.7
3me » ...	5.1	5.5	5.1	5.2	5.8	6.6	6.3	6.3	5.9	6.5	5.9	6.1
Mois..	4.9	5.1	4.8	4.8	4.8	5 6	5.3	5.3	4.9	5.5	4.7	5.0

QUATRE-VINGT-TREIZIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

Réunie à Bâle du 4 au 7 septembre 1910

COMPTE RENDU DE LA SÉANCE

DE LA

SOCIÉTÉ SUISSE DE CHIMIE

du 6 septembre 1910

Président : M. le prof. Fr. Fichter, vice-président (Bâle).
Secrétaire : M. le prof. L. Pelet (Lausanne).

Ed. Schœr. Répartition de l'acide cyanhydrique et des saponines dans les végétaux. — A. Haller. L'alcoolyse de quelques éthers-sels. — Le même. Nouveau mode de formation des acides trialcoylacétiques. — J. Schmid. Progrès réalisés dans le domaine des colorants rouges de développement et en particulier dans le groupe du rosanthrène. — A. Conzetti. Nouvelles réactions des aldéhydes aromatiques. — W. Ostwald. Sur la nomenclature chimique. — E. Wedekind. Hydrure de zirconium. — A. Pictet. Nouvelle méthode de préparation des bases isoquinoliques. — A. Werner. Formule stéréochimique des cobaltiaques. — E. Briner. Action chimique de la pression et faux équilibres chimiques. — G. Baume. Quelques essais métallographiques. — F.-L. Perrot. Courbes de fusibilité des mélanges gazeux ; combinaisons du gaz ammoniac avec l'oxyde de méthyle et l'alcool méthylique. — W.-J. Müller. Solubilité du picrate de β-naphtol. — D. Reichinstein. Phénomènes de fatigue et de repos dans les cellules produisant le courant. — J. Piccard. Les colorants quinoniques les plus simples.

La séance est ouverte par un discours de bienvenue que M. le prof. R. Nietzki adresse aux membres et aux hôtes.

Sur la proposition du comité, la Société décide de décerner un prix de 200 fr. à M. Alphonse GAMS, en récompense de ses remarquables recherches sur la synthèse de la papavérine. Cette distinction est accordée sous la réserve que M. Gams poursuivra ses études.

Les comptes de l'année 1909-1910, présentés par le trésorier, sont adoptés.

Communications scientifiques

M. le prof. Ed. SCHAER (Strasbourg). — *Sur la répartition de l'acide cyanhydrique et des saponines dans les végétaux.*

Une étude simultanée de la provenance de l'acide cyanhydrique et des saponines dans les végétaux peut être faite à deux points de vue. En effet, en faisant abstraction de la possibilité de certaines conditions et tout en réservant la question de la provenance de ces substances, on constate une analogie frappante dans leur répartition dans le règne végétal, où leur présence n'a été reconnue que dans la seconde moitié du siècle dernier.

On indique, en ce qui concerne l'acide cyanhydrique, la grande importance de la participation que prend ce composé à la synthèse des corps protéiques dans la plante: il faut mentionner à ce sujet les travaux de *Latham, Guignard* et *Treub*. Selon l'idée encore hypothétique de ce dernier, la formation de l'acide cyanhydrique dépendrait de celle des hydrates de carbone et de la présence dans le sol de combinaisons inorganiques azotées. L'acide cyanhydrique devrait alors être considéré comme la première combinaison organique azotée qui se forme dans les plantes, bien qu'il ne soit pas décelable chez la plupart d'entre elles; mais dans bien des cas il s'y retrouve à l'état de glucosides.

Ces glucosides sont plus ou moins stables et plus ou moins facilement saponifiés par les enzymes qui les accompagnent: ce n'est qu'exceptionnellement qu'ils ne sont pas accompagnés d'enzymes.

Dans la règle, ces glucosides donnent, comme produits

de saponification, à côté de l'acide cyanhydrique, des hexoses et de l'aldéhyde benzoïque. Suivant de nouvelles observations (chez les Euphorbiacées, Papilionacées, Linées), au lieu de l'aldéhyde benzoïque ils donnent des cétones grasses ou aromatiques. L'acide cyanhydrique se trouve sous la forme de composés complexes dans 40 familles, dont les principales sont les Rosacées, Papilionacées, Rixacées, Graminées et Euphorbiacées.

Les saponines, qui existent dans environ 70 familles (principalement dans les Caryophillacées, Sapindacées, Légumineuses, Pimulacées et Rosacées), ont été recherchées, d'une part à cause de leurs propriétés physiques, d'autre part pour leurs propriétés physiologiques; parmi les premières on peut citer la faculté qu'elles ont de s'émulsioner et d'écumer, parmi les secondes leur utilisation dans le traitement des maladies de la peau et comme expectorants.

Comme exemple de la présence simultanée et remarquable des composés cyanhydriques et des saponines, on peut citer 20 familles végétales (Aracées, Graminées, Rosacées, Sapindacées, etc.).

M. le prof. A. Haller (Paris). — *Alcoolyse de quelques éthers-sels dérivés des alcools et des phénols*, par MM. *A. Haller* et *Bechamp*.

Les phénomènes d'hydrolyse que provoquent les acides étendus sur certains composés comme les éthers-sels, les bioses, les trioses, les glucosides, etc., sont bien connus.

On sait, d'autre part, d'après les recherches de M. Ostwald, qu'en opérant dans les mêmes conditions de température et de concentration, la vitesse avec laquelle se produisent les dédoublements n'est pas la même pour tous les acides.

Le même savant a montré que le pouvoir catalytique des solutions acides est approximativement proportionnel à leur conductivité spécifique.

Si au milieu *eau acide*, dans lequel on opère quand il

s'agit d'effectuer une hydrolyse, on substitue un milieu *alcool acide* (méthylique, éthylique, propylique, etc.), on observe un dédoublement du même genre ; seulement, au lieu de l'eau HOH, c'est un alcool ROH qui intervient dans la réaction :

$$R . CO^2R' + R''OH = R . CO^2R'' + R'OH$$

Hâtons-nous d'ajouter que l'allure du phénomène dépend de la nature de l'éther-sel et aussi de celle de l'alcool qu'on fait agir sur lui.

Dans une série de recherches déjà publiées[1], l'un de nous a montré que suivant les conditions dans lesquelles on opère, tous les glycérides sont susceptibles d'être dédoublés en éthers-sels et glycérine, quand on les chauffe avec les alcools méthylique, éthylique, propylique, etc., renfermant seulement 1.5 % d'acide chlorhydrique[2].

$$C^3H^5(OCOR)^3 + 3CH^3OH = C^3H^5(OH)^3 + 3RCO^2CH^3$$

Quand le glycéride est soluble dans l'alcool, l'alcoolyse s'effectue très rapidement à chaud. Dans le cas contraire on peut la favoriser en dissolvant le corps gras dans un mélange de benzine ou d'éther et d'alcool acidulé.

On sépare facilement les éthers-sels formés de la glycérine en traitant le mélange par de l'eau saturée de sel, séparant la partie éthérée, séchant et rectifiant.

Comme l'a montré M. L. Henry, l'acétate de glycol se prête au même dédoublement lorsqu'on le chauffe avec de l'alcool méthylique acidulé.

Les recherches qui font l'objet de cette communication ont trait à quelques éthers-sels d'alcools monoatomiques et de phénols monoatomiques.

Parmi les premiers, nous avons choisi l'acétate et le benzoate de bornéol.

Chauffés avec de l'alcool méthylique renfermant 1.5 % d'HCl, ces deux éthers se scindent nettement en bornéol et respectivement en acétate et benzoate de méthyle.

[1] *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 657 et 803.

[2] L'acide phénylsulfonique se comporte comme l'acide chlorhydrique.

En employant 19.5 d'acétate de bornéol et 50 gr. d'alcool méthylique acidulé et chauffant huit heures, on a obtenu 15 gr. de bornéol au lieu de 15.5 qu'exige la théorie.

La séparation de l'alcool campholique du benzoate de méthyle est plus pénible, mais on a nettement pu isoler le bornéol de l'éther-sel qui l'imprégnait. Parmi les éthers-sels phénoliques mis à l'étude nous avons choisi :

Les formiate, acétate et benzoate de phényle,

Les salicylates de phényle (salol) et de β-naphtyle (bétol),

L'acide acéto-salicylique ou aspirine.

Les trois premiers éthers, chauffés avec de l'alcool méthylique acidulé, se sont scindés quantitativement en phénol et formiate, acétate et benzoate de méthyle. Après avoir traité par l'eau et séparé la partie insoluble, on additionne celle-ci de soude caustique qui dissout le phénol et laisse intact l'éther-sel, qu'on décante. Les quantités de phénol trouvées répondent pour ainsi dire à la théorie.

En ce qui concerne le salol et le bétol, ils fournissent également dans les mêmes conditions du salicylate de méthyle, ainsi que du phénol et du β-naphtol, qu'on sépare par distillation fractionnée dans le vide. Nous devons ajouter qu'avec ces éthers-sels l'alcoolyse est beaucoup plus longue à se produire qu'avec les éthers-sels phénoliques. Elle exige au moins quinze heures de chauffe à l'ébullition pour être totale.

Quant à l'aspirine ou acide acéto-salicylique, elle fournit nettement de l'acétate de méthyle et de l'acide salicylique, ainsi que du salicylate de méthyle. La réaction peut se traduire :

$$(1)\quad C^6H^4<^{COOH}_{OCOCH^3} + CH^3OH = C^6H^4<^{COOH}_{OH} + CH^3CO^2CH^3$$

$$(2)\quad C^6H^4<^{COOH}_{OH} + CH^3OH = C^6H^4<^{COOCH^3}_{OH} + H^2O$$

Si la totalité de l'acide n'a pas été transformée en salicylate de méthyle, cela tient à ce que la vitesse de l'alcoolyse de l'acide acétylé est supérieure à celle de l'éthérification de l'acide salicylique par l'alcool méthylique. Il est probable que si l'on continuait à chauffer le mélange avec

un excès d'alcool acidulé, on arriverait à une éthérification totale.

Nous continuons ces recherches d'alcoolyse et cherchons notamment à nous rendre compte de ce qui se passe avec les glucosides et les bioses et trioses.

MM. A. Haller et Ed. Bauer (Paris). — *Sur un nouveau mode de formation des acides trialcoylacétiques.* — L'un de nous[1] a montré, il y a quelques années, qu'il était possible de remplacer, dans certaines cétones cycliques saturées, jusqu'à quatre atomes d'hydrogène par des radicaux alcooliques, quand on fait agir sur ces molécules de l'amidure de sodium et de l'iodure de méthyle par exemple. Avec la méthylcyclohexanone dérivée de la pulégone, on a ainsi réussi à obtenir la pentaméthylcyclohexanone avec tous les dérivés intermédiaires.

Appliquée au camphre, la même réaction a permis de préparer les dérivés mono et dialcoylés de cette molécule[2].

Poursuivant cette étude sur des cétones cycliques, notamment sur la cyclohexanone, la menthone, la thuyone, la phloroglucine, etc. et sur des cétones mixtes et aliphatiques, nous avons également réussi à remplacer successivement, dans ce dernier cas, tout l'hydrogène des groupements CH^2 directement unis au CO, par des radicaux hydrocarbonés et avons obtenu avec l'acétophénone et ses homologues, les monoalcoyl, dialcoyl et trialcoylacétophénones. L'acétone et de préférence ses homologues se sont de leur côté prêtés à la réaction, de sorte qu'il nous a été donné de préparer jusqu'aux hexalcoylacétones R^3-CO-R^3 inconnues jusqu'alors.

Nous devons ajouter que M. Nef[3], en chauffant respectivement l'acétophénone et l'acétone en tubes scellés avec de la potasse et de l'iodure de méthyle, avait déjà réussi

[1] A. Haller, *Comptes Rendus*, t. 138, p. 1139 ; t. 140, p. 127 et 1625.

[2] A. Haller et E. Bauer, *Comptes Rendus*, t. 148, p. 1652.

[3] Nef, *Lieb. Ann.* t. 310, p. 316.

à préparer la triméthylacétophénone et à substituer jusqu'à 5 fois le radical méthyle à de l'hydrogène de CH^3COCH^3 et obtenu la pentaméthylacétone.

D'autre part, à la suite de notre travail sur les cyclohexanones, M. Claisen[4] avait, de son côté, appliqué notre réaction de l'amidure à l'acétophénone et avait obtenu, en milieu éthéré, la mono- et dibenzyl-, ainsi que la mono- et diéthylacétophénone.

La méthode de préparation de ces polyalcoylcétones mixtes et aliphatiques nous a permis de reproduire un certain nombre de ces cétones déjà connues et d'autres complètement inconnues jusqu'à ce jour.

Parmi celles-ci, nous ne retiendrons que celles répondant aux formules

$$C^6H^5.CO.C\begin{cases}R\\R'\\R''\end{cases} \quad \text{et} \quad \begin{matrix}R\\R'\\R''\end{matrix}\!\!>\!\!C.CO.C\begin{cases}R'''\\R^{IV}\\R^{V}\end{cases}$$

Au cours de nos recherches sur la condensation de la benzophénone et de ses homologues avec le camphre sodé obtenu au moyen de l'amidure de sodium, nous avions remarqué que les eaux-mères provenant du lavage du produit de la condensation renfermaient toujours de notables quantités d'acide benzoïque et de benzamide. La présence de ces composés ne pouvait provenir que de l'action de l'amidure de sodium sur la benzophénone, d'autant plus que nous avons observé que, quoiqu'on fasse, on n'arrive jamais à combiner intégralement le camphre avec l'amidure.

En faisant agir directement de l'amidure sur une solution benzénique ou toluique de benzophénone, on observe en effet qu'il se forme d'abord un composé

$$C^6H^5.C\begin{cases}NH^2\\C^6H^5\\ONa\end{cases}$$

lequel se dissout ensuite dans le solvant et se scinde ultérieurement par addition d'eau en

$$C^6H^5CONH^2 + C^6H^6 + NaOH$$

[4] Claisen. *B. d. Chem. Ges.* t. 38, p. 697 (1905).

Les trialcoylacétophénones et les hexalcoylacétones. possédant des carbones tertiaires dans le voisinage de la fonction cétonique, devaient subir un dédoublement analogue quand on les chauffe avec de l'amidure de sodium au sein du benzène, du toluène ou du xylène.

En effet, les trialcoylacétophénones se scindent toutes très nettement en benzène et amides trialcoylacétiques quand, après les avoir chauffées pendant de longues heures dans le milieu carbure avec la quantité théorique d'amidure, on ajoute au liquide peu à peu quelques gouttes d'eau. Le tout se prend alors en masse et on peut séparer par filtration l'amide du carbure.

$$C^6H^5.CO.C\begin{cases}R\\R'\\R''\end{cases} + NH^2Na = C^6H^5.Na + \begin{matrix}R\\R'\\R''\end{matrix}\Big\rangle C.CONH^2$$

Quant aux *hexalcoylacétones*, elles subissent un dédoublement analogue. Il n'est toutefois pas aussi net que celui observé sur les cétones précédentes.

La *pivalone* ou *hexaméthylacétone* fournit dans ces conditions de l'amide pivalique et du triméthylméthane

$$(CH^3)^3.C.CO.C(CH^3)^3 \longrightarrow (CH^3)^3.C.CONH^2 + (CH^3)^3.CH$$

tandis que la pentaméthyléthylacétone se dédouble de deux façons :

$$(CH^3)^3.C.CO.C\left\langle\begin{matrix}C^2H^5\\(CH^3)^3\end{matrix}\right. \longrightarrow (CH^3)^3.C.CONH^2 + CH\left\langle\begin{matrix}(CH^3)^2\\C^2H^5\end{matrix}\right.$$

$$(CH^3.)^3\text{-}C.CO.C\left\langle\begin{matrix}C^2H^5\\(CH^3)^3\end{matrix}\right. \longrightarrow \begin{matrix}(CH^3)^2\\C^2H^5\end{matrix}\Big\rangle C.CONH^2 + CH(CH^3)^3$$

Quant à la triéthylpinacoline, elle se scinde également dans les deux sens en fournissant $^4/_5$ environ d'amide pivalique et $^1/_5$ d'amide triéthylacétique $(C^2H^5)^3.C.CONH^2$, avec du triméthylméthane et du triéthylméthane.

Citons enfin le dédoublement de la diéthylbenzylpinacoline. qui donne presque exclusivement de l'amide pivalique et un hexylbenzène

$$C^6H^5CH^2.C(=O)-CO.C(CH^3)_3 \longrightarrow C^6H^5.CH^2.CH(C^2H^5)_2 + (CH^3)^3.C.CONH^2$$

avec un peu de triméthylméthane et d'amide diéthylbenzylacétique

$$(C^6H^5.CH^2)(C^2H^5)^2C.CONH^2$$

En résumé, on voit que les cétones mixtes et les cétones aliphatiques qui renferment dans le voisinage de la fonction cétonique deux atomes de carbone tertiaires, nous permettent de préparer très facilement des amides en partant des acides trialcoylacétiques ainsi que des carbures arborescents. Ces amides ou les éthers sels des acides correspondants se prêtent, à leur tour, à d'autres réactions, notamment à la réduction, de sorte qu'on peut arriver aux alcools trialcoyléthyliques. Cétones et acides peuvent enfin servir comme points de départ pour la préparation de nombreux dérivés obtenus par l'action des organomagnésiens, dérivés qui, soumis à des réactions variées, subissent des transpositions moléculaires du plus haut intérêt, mais fort délicates, qui font actuellement l'objet d'études suivies dans notre laboratoire.

M. le Dr J. Schmid (Bâle). — *Progrès réalisés dans le domaine des colorants rouges de développement et en particulier dans le groupe du rosanthrène.* — M. le directeur Dr J. Schmid parle d'une nouvelle classe de colorants diazoïques découverts par la *Gesellschaft für chemische Industrie*, à Bâle, et qui sous les noms de rouge de rosanthrène, bordeaux de rosanthrène, rose et orangé de rosanthrène, etc., ont pris une certaine importance sur le marché comme colorants rouges pour coton, solides au lavage.

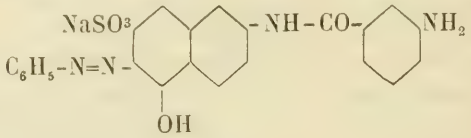
Après un rapide coup d'œil historique sur le développement qu'ont pris les colorants diazoïques en général depuis l'introduction de la primuline, l'auteur examine la différence qui existe, au point de vue chimique et technique, entre les nouveaux groupes de colorants et les colo-

rants diazoïques connus jusqu'à ce jour, ces derniers consistant en principe en matières azoïques contenant des groupes aminés susceptibles d'être diazotés.

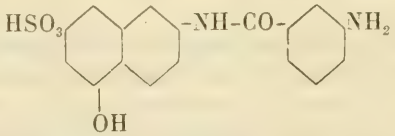
Contrairement à ces corps qui, par diazotation sur la fibre et développement avec le β-naphtol, la m-toluylènediamine ou autres agents semblables, donnent des colorants insolubles de couleur foncée du groupe des trisazoïques ou des polyazoïques, les colorants du rosanthrène fournissent des teintes rouges, écarlates et orangées.

Cette propriété des colorants du rosanthrène est due à l'existence d'un groupe aminé extérieur au noyau, se trouvant dans un radical aryle lié par une fonction carbamidée au colorant azoïque fondamental, lequel dérive d'un acide 2.5.7.-aminonaphtol-sulfonique.

Comme type le plus simple de ces colorants, il faut citer le rosanthrène O du commerce, dont la formule est :



et qui dérive de l'acide :



par réaction avec le diazobenzène.

La nuance et la solidité de ces matières colorantes peuvent être modifiées de trois façons différentes :

1° Par l'emploi de différentes combinaisons diazoïques ou tétrazoïques, à la place du diazobenzène combiné à l'acide ci-dessus.

2° Par introduction de radicaux méthyle ou oxyalcoyles, ainsi que d'halogènes ou de groupes NO_2, dans l'aryle qui contient le groupe aminé.

3° Par la position du groupe aminé par rapport au car-

bonyle dans le reste aryle; les dérivés méta ont la couleur la plus vive. On a aussi préparé des colorants, tels que le rouge Zambèze et l'écarlate brillant diazoïque, qui sont semblables au rosanthrène par la présence d'un groupe aminé extérieur au noyau, mais dans lesquels le groupement carbamidé est remplacé par un groupe imidazoïque ou thiazoïque.

Faute de temps, l'auteur ne peut pas entrer dans des détails sur les progrès réalisés dans le groupe du rosanthène par l'introduction de dérivés de l'acide aminophénylpyrazolone-carbonique et de la méthylphénylpyrazolone.

Il est à remarquer enfin que les colorants du rosanthrène prendront par la suite une grande importance et feront une concurrence toujours plus grande aux rouges au soufre pour la confection des articles rouge-turc bon marché.

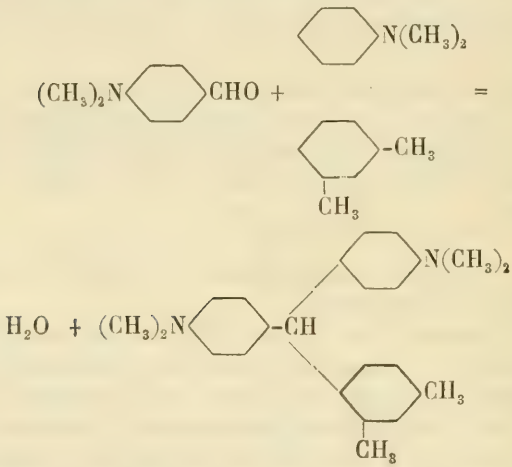
M. le Dr Alfred Conzetti (Bâle). — *Nouvelles réactions des aldéhydes aromatiques.*

I. La réaction de O. Fischer, consistant en une condensation de 1 molécule d'aldéhyde aromatique avec 2 molécules d'amine aromatique pour former un leucodérivé de la série du triphénylméthane, s'accomplit en deux phases : 1° formation d'un hydrol à partir de 1 molécule d'aldéhyde et de 1 molécule d'amine, et 2° combinaison de cet hydrol avec une 2me molécule d'amine. La seconde phase s'effectue d'autant plus difficilement que le milieu est plus acide. Avec une teneur en H_2SO_4 de 70 %, cette seconde réaction est complètement paralysée par suite de la formation d'un équilibre.

D'autre part, les hydrols réagissent avec les hydrocarbures aromatiques, mais seulement en solution dans H_2SO_4 concentré. On a trouvé que cette réaction pouvait se produire dans H_2SO_4 concentré simultanément à la formation de l'hydrol à partir de l'aldéhyde; de sorte que 1 molécule d'aldéhyde p-alcoyl-aminobenzoïque, 1 molécule d'amine aromatique et 1 molécule d'un hydrocarbure aromatique,

ou de leurs dérivés sans groupes auxochromes, peuvent donner naissance aux dérivés du *diaminotriarylméthane*. Ces dérivés sont les leuco-bases de matières colorantes vertes ou bleu-vert.

Exemple : 1 molécule d'aldéhyde p-diméthylaminobenzoïque, un peu plus de 1 molécule de diméthylaniline et un excès de m-xylène sont maintenus pendant 24 heures dans H_2SO_4 à 70 %, le tout étant agité et chauffé au bain-marie. Il se produit quantitativement la réaction suivante :



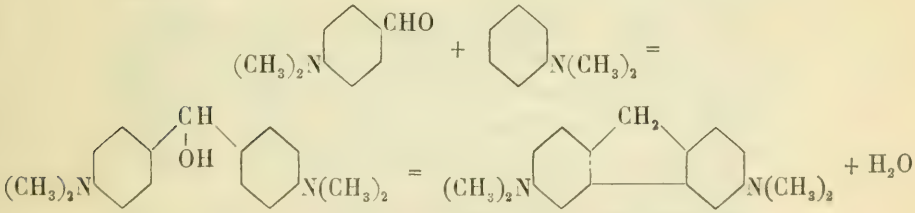
Il ne se forme pas la leucobase du violet cristallisé. Cette réaction est à la base du brevet D.R.P. 169929.

II. La même réaction, effectuée avec l'acide naphtalinedisulfonique 2.7., nécessite un chauffage prolongé avec H_2SO_4 concentré à 120-125°. Il se forme alors, comme produit secondaire, une petite quantité d'un corps basique qui devient le produit principal lorsque l'on traite dans les mêmes conditions seulement l'aldéhyde p-diméthylaminobenzoïque avec un excès de diméthylaniline. Ce produit résulte de la condensation de *1 molécule d'aldéhyde avec 1 molécule d'amine ;* il prend aussi naissance comme produit principal lorsqu'on soumet l'hydrol de Michler au même traitement. La base est blanc-grisâtre,

facilement soluble dans les acides minéraux, plus difficilement dans l'acide acétique à 40 % (d'où l'eau la représipite en grande partie), facilement soluble dans l'alcool et l'éther ; elle fond au bain-marie en une masse résineuse. Traitée par le peroxyde de plomb en solution acétique, elle s'oxyde d'abord lentement en se colorant en vert, et ensuite, mais pas nettement, en un *colorant solide aux alcalis,* teignant en *bleu indigo* le coton mordancé au tannin.

En chauffant à 120-125° l'hydrol de Michler avec H_2SO_4 concentré, on obtient, à côté de cette base et du tétraméthyldiaminodiphénylméthane, une autre base *difficilement soluble* dans les dissolvants organiques, qui est précipitée par une petite quantité d'eau de sa solution dans l'acide acétique glacial, et qui cristallise dans l'alcool en fines aiguilles incolores, fusibles à 206-207°. Ce corps a aussi les caractères d'une leucobase et s'oxyde en donnant une matière colorante *vert-bleu, solide aux alcalis.*

Ces deux nouvelles bases se produisent par perte d'eau à partir de l'hydrol ; le schéma suivant représente vraisemblablement la formation de la leucobase la plus fusible :



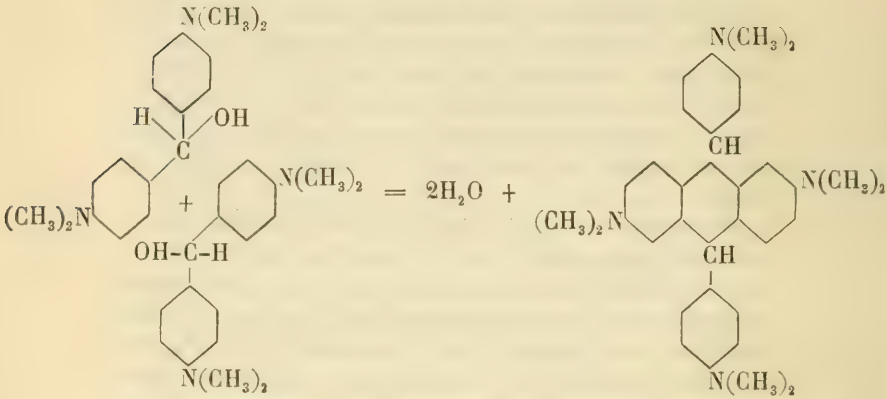
Le produit serait donc un *dérivé du fluorène ;* son mode de formation analogue à celui du phénylchrysofluorène à partir du diphénylnaphtylcarbinol[1], et les caractères de matière colorante que présente son produit d'oxydation, le rapprochent du bleu de fluorène de Haller[2].

Pour ce qui concerne la base cristallisée, fondant à

[1] Ullmann. *Berichte* **38**. 2213. (1905).

[2] *Bull. Soc. Chim.* **25**. 150 (1901).

206-207°, on peut admettre la possibilité de sa formation par départ d'eau à partir de 2 molécules d'hydrol :



On aurait donc un dérivé du diphényl-dihydro-anthracène dont le produit d'oxydation serait voisin du vert de phtaléine de O. Fischer, reconnu par Haller[1] pour être un dérivé du même hydrocarbure.

Les formules ci-dessus doivent encore être prouvées expérimentalement.

M. le prof. W. Ostwald (Leipzig). — *Sur la nomenclature chimique.* — Afin d'éviter les dépenses de travail exigées par la traduction et la rédaction des référés dans les différentes langues usuelles, l'auteur propose l'emploi d'une langue universelle et la centralisation de la littérature chimique.

Dans une langue logiquement et simplement construite, on pourrait facilement établir une nomenclature chimique rationnelle en suprimant les expressions démodées qui se retrouvent si souvent dans les noms utilisés actuellement. Ainsi l'ancien mot *oxygène,* introduit par Lavoisier et toujours utilisé depuis, pourrait être remplacé par un terme meilleur et plus simple.

La table des éléments est déjà préparé en *Ido* et l'éta-

[1] *Rev. gén. mat. col.* VII. N. 73. p. 2. (1903).

blissement d'une nouvelle langue chimique se poursuit avec zèle. Les sociétés chimiques de tous les pays devraient travailler en commun afin d'édifier un langage chimique unique.

M. le prof. E. Wedekind (Strasbourg). — *Sur l'hydrure de zirconium.*

Les recherches de *Clemens Winkler*[1] ont montré que l'hydrogène a une certaine affinité pour le zirconium métallique; cet auteur a en effet obtenu, par réduction de l'oxyde de zirconium au moyen du magnésium dans un courant d'hydrogène, une masse métallique contenant de l'hydrogène, mais souillée encore de magnésium, et correspondant à la formule $Zr_3H_3O_4$. Récemment, *L. Weiss* et *E. Neumann*[2] ont préparé un corps correspondant sensiblement à la formule ZrH_2, en faisant agir l'hydrogène pur sur du zirconium métallique pulvérulent, porté au rouge. Ce corps présente un certain intérêt, car c'est la première combinaison connue du zirconium dans laquelle ce métal est *bivalent*.

Dernièrement, la fabrique de produits chimiques *E. de Haën*, à Seelze près Hanovre, fabriquait un hydrure de zirconium que j'ai examiné de près. Grâce à cette fabrique qui m'a fourni une grande quantité de ce produit, j'ai constaté que ce corps a une composition correspondant à la formule ZrH_4; c'est aussi le cas pour un produit de la maison *Hollefreund et Cie*, à Berlin.

Ceci est en accord avec les analyses de *Weiss* et *Neumann*; car le produit sec, maintenu dans le vide jusqu'à poids constant renferme une quantité d'hydrogène correspondant, non plus à la formule ZrH_4, mais approximativement à ZrH_2. (Ainsi, par exemple : Trouvé : H = 2,02 %, calculé pour ZrH_2 2,18 %, pour ZrH_4 4,26 %). Les impu-

[1] *Berichte*, **23**, 2664 (1890). Plus tard, ce produit a été considéré comme un mélange d'hydrure ZrH_2 avec de l'oxyde non transformé.

[2] *Zeitschr. f. anorgan. Chem.*, **65**, 271 (1910).

retés sont formées presque exclusivement d'oxyde de zirconium (1,4—1,9 % d'oxygène combiné), et par des traces d'azote (environ 0,1 %). Il n'a pas été décelé de magnésium.

La densité de cet hydrure de zirconium, qui se présente sous la forme d'une poudre noire, est 5,32. (Le zirconium métallique a un poids spécifique de 6,4.)

En chauffant l'hydrure de zirconium dans le vide de la pompe à mercure, on peut en éliminer l'hydrogène; le dégagement de gaz est maximum vers 800°—900°, et il reste de petites parcelles métalliques brillantes dont la densité est d'environ 1 ½ unité supérieure à celle de l'hydrure.

La préparation de l'hydrure se fait le plus facilement en portant du zirconium et de l'hydrogène pur, sous une surpression de 1—2 atmosphères, à la température de 1000°, puis en refroidissant très lentement.

La tension de dissociation de l'hydrure de zirconium a été mesurée jusqu'à 1100° dans un tube de porcelaine complètement vide. La courbe pression-température s'élève très rapidement vers 750°. A 900° la dissociation paraît être pratiquement complète.

Dans une étude analogue sur les hydrures de cérium et de lanthane, *Muthmann* et *Bauer*[1] ont observé des variations passagères de la pression à température constante; cela ne s'est pas présenté pour le zirconium. Au contraire, les courbes de refroidissement et de réchauffement se superposent et se coupent de telle façon qu'il est encore douteux que l'hydrure de zirconium soit une véritable combinaison chimique.

M. le prof. Amé Pictet (Genève). — *Nouveau procédé de préparation synthétique des bases isoquinoliques*, — Ce procédé, que l'auteur a étudié en collaboration avec M. A. Gams, consiste à prendre comme points de départ les cétones aromatiques du type de l'acétophénone, et à les soumettre aux réactions suivantes:

[1] *Lieb. Ann.* **325**, 281.

1. Transformation de l'acétophénone en son dérivé ω-isonitrosé au moyen du nitrite d'amyle et de l'éthylate de sodium :

$$C_6H_5.CO.CH_3 \rightarrow C_6H_5.CO.CH=N-OH$$

2. Réduction de ce dérivé par le chlorure d'étain en solution chlorhydrique, ce qui donne le chlorhydrate du dérivé ω-aminé :

$$C_6H_5.CO.CH=N.OH \rightarrow C_6H_5.CO.CH_2.NH_3Cl$$

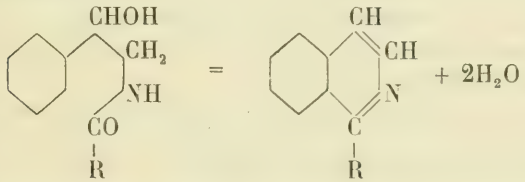
3. Acylation par une des méthodes connues :

$$C_6H_5.CO.CH_2.NH_3Cl \rightarrow C_6H_5.CO.CH_2.NH.CO.R$$

4. Réduction du produit par l'amalgame de sodium à 3 % en solution alcoolique et à la température de 60-70°, le milieu étant maintenu constamment neutre par additions d'acide acétique. Dans ces conditions, des deux groupes CO que renferme la molécule, celui qui a le caractère cétonique est seul attaqué et converti en un groupe alcoolique secondaire :

$$C_6H_5.CO.CH_2.NH.CO.R \rightarrow C_6H_5.CHOH.CH_2.NH.CO.R.$$

5. Traitement de ce carbinol, en solution toluénique ou xylénique bouillante, par 5 fois son poids d'anhydride phosphorique. Il y a alors départ de 2 molécules d'eau, cyclisation et formation d'une isoquinoline substituée dans la position 1 :



Toutes ces réactions s'effectuent avec netteté et donnent des rendements satisfaisants. Les auteurs ont préparé ainsi les méthyl-, phényl- et benzyl-isoquinolines. En partant du dérivé formylé de l'amino-acétophénone, ils ont obtenu avec facilité l'isoquinoline elle-même. Enfin les acétophénones substituées dans le noyeau benzénique

ou dans le groupe méthyle leur ont fourni d'autres dérivés isoquinoliques qui sont intéressants par les relations qu'ils présentent avec les alcaloïdes de l'opium.

M. le prof. A. Werner. — *Sur la formule stéréochimique des cobaltiaques.* — Tandis qu'il n'y a plus de doute sur la formule de structure du radical CoA_6, la question de sa représentation dans l'espace n'est pas tranchée, car on ne possède pas encore de preuve suffisante pour justifier l'hypothèse suivant laquelle les 6 groupes occuperaient les sommets d'un octaèdre dont le centre serait l'atome de cobalt. Ce problème est maintenant résolu, grâce au grand matériel expérimental utilisé, et cela de la manière suivante.

Pour l'étude d'un grand nombre de combinaisons renfermant le radical complexe $Co<^{A_5}_{B}$, il a tout d'abord été établi d'une façon certaine que ce radical ne peut exister que sous une seule forme. On en conclut que les 6 valences de coordination du cobalt sont égales. La formule de constitution dans l'espace du radical complexe CoA_6 doit donc être telle que l'on ne puisse pas avoir plusieurs isomères pour le radical $Co^{A_5}_{B}$. Cela implique la nécessité d'une formule symétrique, et les trois alternatives suivantes peuvent seules être admises : 1° les 6 groupes placés sur un plan autour de l'atome de cobalt ; 2° les 6 groupes occupant les sommets d'un prisme ; 3° les 6 groupes placés aux sommets d'un octaèdre.

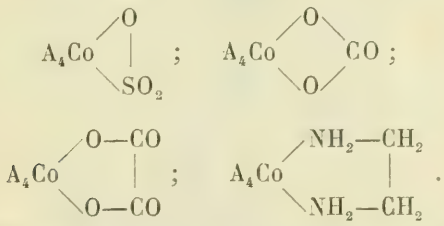
Les deux premiers modes de représentation permettent de prévoir l'existence de 3 isomères de la forme $Co^{B_2}_{A_4}$, tandis que, suivant la configuration octaédrique, on n'aurait que 2 isomères, qui seraient entre eux dans le même rapport que les isomères *cis* et *trans* de la série éthylénique.

Pour vérifier ces considérations théoriques, on a étudié environ 40 combinaisons renfermant le radical complexe

$Co\,{}^{B_2}_{A_4}$. En aucun cas on n'a observé l'existence de 3 isomères pour le même corps ; dans 15 cas, au contraire, on a pu préparer 2 isomères, et il est à prévoir qu'on aurait pu en faire de même pour la plupart de ces combinaisons. Les résultats expérimentaux parlent donc en faveur de la formule octaédrique.

Afin de caractériser les formes *cis* et *trans* dans ces isomères, on a étudié leur aptitude à former des combinaisons dans lesquelles les 2 groupes B appartiendraient à une chaîne fermée. Comme pour les acides fumarique et maléique, pour lesquels on ne connaît qu'un anhydride, toutes ces combinaisons isomères du cobalt ne donnent qu'une combinaison avec un groupement en chaîne fermée.

En partant des isomères, on a par exemple préparé des combinaisons avec les radicaux complexes suivants :



Ces résultats montrent d'une manière certaine que ces isomères se comportent comme des formes *cis* et *trans*.

Des faits cités on peut en outre déduire que dans ces radicaux complexes à chaîne fermée, les deux atomes complexes sont liés en position *cis* au cobalt.

En remplaçant ce groupement bivalent de 2 atomes complexes par deux radicaux acides monovalents, on doit obtenir les isomères *cis* et par conséquent en fixer la configuration. Ceci a été vérifié. Les sels *carbonato* sont particulièrement propres à cette étude, car à basse température et dans certaines conditions, ils se transforment avec un bon rendement en sels cis-diacidocobaltiques.

D'après ces expériences, on peut regarder comme défi-

nitivement résolu le problème de la configuration dans l'espace du radical complexe CoA_6, et celui de la détermination des combinaisons isomères renfermant le radical complexe $Co\begin{smallmatrix}A_4\\B_2\end{smallmatrix}$.

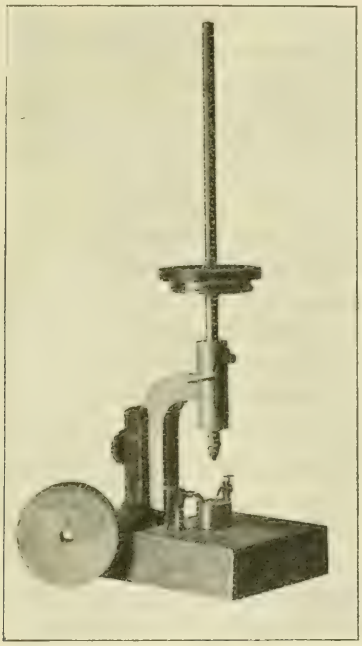
M. le Dr E. Briner (Genève). — *Action chimique de la pression et faux équilibres chimiques.* — La méthode expérimentale utilisée a été décrite dans de précédentes communications. Voici les résultats obtenus dans de nouveaux essais, effectués en collaboration avec M. le Dr A. Wroczynski. Soumis à l'action combinée d'une compression de 600 atm. et de températures allant jusqu'à 400°, le protoxyde d'azote n'a pas montré de traces de décomposition, ce qui prouve qu'il est beaucoup plus stable relativement à l'action de la pression que l'oxyde d'azote. Sous l'effet d'une pression de 600 atm. et d'une température de 300°, l'oxyde de carbone a été décomposé avec formation d'acide carbonique. A 200° et à la pression atmosphérique, le gaz cyanogène ne subit pas d'altération, tandis qu'à la même température, mais sous 300 atm., on constate la formation d'un abondant dépôt de paracyanogène, accompagné d'une notable contraction. En outre, la pression favorise la décomposition du cyanogène en ses éléments. Soumis à la compression, l'acétylène se comporte à peu près de même que le cyanogène, tandis que le méthane reste inaltéré. Tous ces résultats confirment l'action prévue de la pression sur les systèmes gazeux renfermant de l'énergie disponible.

L'auteur signale, en terminant, l'importance des phénomènes de faux équilibres pour le chimiste et caractérise le rôle de la pression en tant qu'agent de rupture de ces faux équilibres.

M. Georges Baume (Genève). — *Sur quelques essais métallographiques.* — En collaboration avec M. E. Watson, l'auteur a étudié et mis au point un petit appareil destiné à mesurer facilement et à peu de frais la dureté des

métaux. Ce *marteau de dureté* est fondé sur le principe de la méthode dynamique de Brinell ; un premier type en a été construit récemment par Pellin sur les indications de Legris.

Après avoir rappelé l'importance des mesures de dureté et leurs relations avec les essais de traction (ce que l'on peut expliquer aisément par le phénomène de Hartmann),



l'auteur indique les résultats qu'il a obtenus avec l'appareil primitif et les modifications qu'il y a apportées pour arriver à des résultats comparables et satisfaisants. L'appareil modifié (voir figure ci-jointe) consiste essentiellement en une enclume massive en fonte, sur laquelle on peut fixer, à l'aide de griffes, la pièce à étudier, convenablement polie ; le *marteau* est formé par une tige de poids connu (et variable), terminée à sa partie inférieure par

une bille en acier trempé. Cette tige est soutenue par une potence et convenablement guidée dans sa chute, aisément réalisée au moyen d'un déclanchement à ressort. La potence présentant une partie mobile et le cran d'arrêt de la tige pouvant être déplacé, il est possible de faire varier la hauteur de chute qui est toujours connue par une graduation convenablement disposée ; l'empreinte obtenue est mesurée au moyen d'un microscope à micromètre. On en déduit la valeur de la dureté par la méthode Brinell-Roos. L'auteur indique en terminant les résultats satisfaisants obtenus à l'aide de cet appareil portatif et peu coûteux et les applications qu'il est possible d'en faire, moyennant quelques précautions très simples à observer.

M. F.-Louis Perrot (Genève). — *Courbes de fusibilité des mélanges gazeux ; combinaisons du gaz ammoniac avec l'oxyde de méthyle et l'alcool méthylique.*

En collaboration avec M. Georges Baume, l'auteur a observé, dans l'étude des courbes de fusibilité des systèmes $(CH_3)_2O$-NH_3 et CH_3OH-NH_3, un maximum nettement accusé du liquidus caractérisant les combinaisons :

$$(CH_3)_2O + NH_3 \quad \text{et} \quad CH_3OH + NH_3$$

L'étude du système $(CH_3)_2O$-NH_3 a été faite en utilisant la méthode décrite par G. Baume dans des recherches analogues[1] ; celle du système CH_3OH-NH_3 a pu être effectuée en combinant cette méthode avec celle qui a été récemment employée par divers auteurs dans leurs recherches sur les mélanges liquides (détermination volumétrique du poids de NH_3 ; additions successives de CH_3OH au moyen d'une petite ampoule réunie au tube-laboratoire par un ajutage conique et pesée après chaque addition de liquide). L'emploi d'une burette de Dutoit permet d'arriver encore plus facilement au même résultat.

La formation de la combinaison $CH_3OH + NH_3$, décelée par un maximum intense du liquidus (légèrement dévié par suite de la polymérisation de CH_3OH), présente quelque

[1] *Arch. Sciences phys. et Nat.* 1909.

intérêt dans l'étude du mécanisme de la formation des amines ; la combinaison $(CH_3)_2O + NH_3$, mise en évidence par un maximum moins accusé (mais que la détermination de deux solidus différents permet de caractériser d'une façon très nette) semble prouver, comme la précédente, que le caractère basique de l'oxygène dans les combinaisons oxoniennes simples ne peut être considéré comme exclusif. La présente étude sera prochainement complétée par celle des systèmes que forment les méthylamines avec H_2O, CH_3OH et $(CH_3)_2O$.

M. le prof. Wolf-Johannes Müller (Mulhouse). — *Sur la solubilité du picrate de β-naphtol.* — L'auteur montre par ses recherches, que les solubilités du picrate de β-naphtol dans l'eau et dans l'acide chlorhydrique 0,02n sont conformes aux exigences de la loi des masses.

Pour ce qui concerne la diminution de la solubilité de l'acide picrique dans le picrate par les acides dilués, on ne peut pas l'expliquer par l'influence des ions H, suivant la loi connue des produits de solubilité.

On pourra établir une théorie lorsque l'on connaîtra les solubilités du β-naphtol lui-même dans les acides dilués, c'est-à-dire l'influence des ions H sur les concentrations d'équilibre du β-naphtol.

L'auteur se propose de poursuivre ces recherches.

M. le Dr D. Reichinstein (Zurich). — *Phénomènes de fatigue et de repos dans les cellules produisant le courant.* — On recherche la capacité de charge des électrodes impolarisables dans des systèmes générateurs de courant selon une théorie expliquant la perte d'énergie se produisant pendant l'électrolyse.

Ces systèmes se composent d'une électrode auxiliaire, c'est-à-dire d'un cylindre poreux où plonge une électrode de peroxyde de plomb de 300 cm² environ de surface, et d'une électrode de recherche de 5 cm² de surface. Une électrode de zinc, dont l'électrolyte fortement agité était

de l'acide sulfurique à 6,5 %, produisait dans ce système un courant de 1,5 ampère pour 5 cm² de surface. L'électrode de zinc a un potentiel s'écartant alors de 0,718 volt du potentiel d'équilibre.

En interrompant le courant, le potentiel se rétablit en 10^{-2} secondes.

Il a été construit des courbes en portant en abcisses les charges et en ordonnées les écarts du potentiel observé sur le potentiel d'équilibre.

Le principal résultat de ces expériences est le suivant :

Quoique les valeurs finales résultant de l'action de l'électrode impolarisée restent constantes, bien que la densité du courant et la composition de l'électrolyte varient dans de grandes limites, le cours de l'expérience qui conduit aux mêmes valeurs dépend fortement des deux facteurs indiqués ci-dessus.

Pour une électrode en nickel, l'état passif, qui la distingue quantitativement, et non qualitativement, des autres électrodes, dépend de ces deux facteurs.

Les propriétés que présentent les autres électrodes ne sont que plus prononcées pour le nickel.

M. le Dr Jean Piccard (Munich). — *Les colorants quinoniques les plus simples.*

Les combinaisons d'addition possèdent souvent une coloration plus intense que leurs composants. Exemples : les combinaisons complexes colorées formées par l'eau et l'ammoniaque avec les différents sels des métaux lourds, les combinaisons salines rouges de la quinone et de l'anthraquinone avec $SnCl_4$ et les acides, le bleu de Prusse, les picrates, les produits d'addition de la quinone avec les hydrocarbures, la quinone-résorcine, la quinhydrone et ses éthers, etc.

On constate souvent un contraste entre les caractères chimiques des composants ; cela est surtout marqué dans le cas où l'un d'eux peut, par oxydation, se transformer en l'autre, ou inversément. C'est le cas pour les combinaisons fortement colorées qui renferment un groupement

quinonique ; dans ce grand groupe de colorants, l'auteur a étudié le sous-groupe des sels de *Wurster*.

Ces corps, appelés meri-quinoniques par Willstätter et Piccard, se forment par oxydation de la *p*-phénylène-dianine méthylée. Dans la série homologue des bromures de meri-quinone-di-imonium et de leurs dérivés méthylés, manquaient jusqu'à présent plusieurs termes, entre autres le plus simple d'entre eux. Ce dernier est le type fondamental de toutes les matières colorantes à structure meri-quinonique, qui ont, comme on le sait, une grande importance.

L'auteur décrit le groupe maintenant complet de 5 matières colorantes et montre, par leurs spectres d'absorption caractéristiques, qu'elles appartiennent toutes à la même série.

Avec l'élévation du poids moléculaire, les bandes d'absorption se déplacent successivement de droite à gauche ; la couleur passe du jaune à l'orangé et au rouge, et du violet au bleu.

A côté de cette α-série, en existe une deuxième, la β-série, qui renferme les corps de nuances allant du bleu au vert et que l'on peut considérer comme une modification polymère de l'α-série.

En solution, les deux modifications existent simultanément dans un certain équilibre qui, pour les premiers termes de la série, s'établit en faveur de la forme β, et pour les derniers termes en faveur de la forme α. Si les deux modifications étaient isomères, le rapport de leurs concentrations devrait être indépendant de la dilution : $\frac{c_1}{c_2}$ = const. ; tandis que l'on a $\frac{c_1}{c_2{}^n}$ = const., où c_1 est la concentration de la forme polymère renfermant n molécules de la forme simple de concentration c_2.

On reconnaît aux changements de coloration que par dilution l'équilibre se déplace en faveur de la modification α. Cette dernière est donc la forme monomoléculaire, la modification β en est un polymère.

L'étude colorimétrique, poursuivie pendant la dilution,

peut encore fournir des renseignements intéressants dans d'autres cas. Ainsi pour le triphénylméthyle : l'auteur montre que la solution de ce corps augmente de coloration lorsqu'on la dilue (il faut pour cela la placer dans un tube vertical et l'examiner d'en haut). La solution diluée renferme donc ce corps intéressant sous sa forme monomoléculaire, c'est-à-dire avec un atome de carbone trivalent.

A la fin de la séance, les membres de la Société, sous la conduite de leurs collègues bâlois, ont visité les nouveaux laboratoires de l'Institut de Chimie de l'Université et en ont admiré l'aménagement rationnel et réellement pratique.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 12 mai 1910

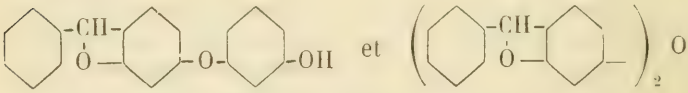
J. Walter. Fabrication de la diméthylaniline. — F. Battelli et L. Stern. Alcool-oxydase et catalase. — E. Ferrario et P. Kopelowitz. Action du chlorure de benzylidène sur la résorcine.

M. J. Walter entretient la Société de ses expériences dans la *fabrication de la diméthylaniline*. Cette fabrication ne se fait plus selon l'ancien procédé de Bardy, qui consistait à chauffer un mélange d'aniline, de chlorhydrate d'aniline et d'alcool méthylique. On prend actuellement parties égales d'aniline et d'alcool méthylique, tous deux aussi purs que possible, auxquels on ajoute un peu d'acide sulfurique concentré (un 20e du poids total), et que l'on maintient pendant 24 heures à la température de 230-235° dans des autoclaves en fonte non émaillée. Le chauffage, au charbon ou au gaz, ne se fait pas directement, mais par l'intermédiaire d'un bain métallique (70 % de plomb et 30 % d'étain). On sépare ensuite la base par distillation aux vapeurs d'eau. M. Walter décrit les appareils qui ont été successivement employés et les perfectionnements qu'il y a apportés.

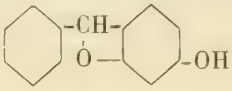
M. F. Battelli, dans un travail fait en collaboration avec Mlle Stern, a recherché s'il y a une relation entre l'alcool-oxydase et la catalase. On sait que l'action de cette

dernière est considérablement ralentie par l'anticalase ou par le sulfate de fer en présence d'oxygène. Les auteurs admettent que la catalase est alors convertie en *oxycatalase*. Celle-ci ne possède plus la faculté de décomposer le peroxyde d'hydrogène ; elle est peu stable et peut être réduite, et retransformée en catalase ordinaire, par l'action de la philocatalase, de l'alcool, de l'aldéhyde, de l'acide formique, etc. Or toutes ces substances peuvent être oxydées par le tissu du foie. En revanche, les substances qui ne sont pas oxydées par ce tissu, ne sont pas non plus en état d'empêcher la transformation de la catalase en oxycatalase. De plus, parmi les foies des diverses espèces animales, ceux qui sont très riches en catalase exercent une action oxydante énergique sur l'alcool et l'aldéhyde, tandisque les foies pauvres en catalase ne possèdent que très faiblement ce pouvoir oxydant. Les auteurs cherchent à expliquer le phénomène en admettant que la catalase joue un rôle dans l'oxydation de l'alcool et d'autres substances analogues. Ils n'ont cependant pas réussi à oxyder l'alcool par un mélange de catalase et d'anticatalase. Peut-être la présence d'un troisième facteur est-elle nécessaire ?

M. E. Ferrario a étudié, avec M. P. Kopelowitz, l'*action du chlorure de benzylidène sur la résorcine*. Il se forme les composés



qui, par saponification, donnent tous deux le corps



et par distillation sur la poudre de zinc fournissent du benzène, du toluène et du diphénylméthane. Plusieurs dérivés bromés, iodés, nitrés et acétylés de ces substances ont été préparés.

Séance du 9 juin

A. Pictet. Réactions de la papavérine et de la cryptopine. — E. Ferrario et S. Körner. Action du peroxyde de sodium sur les organomagnésiens. — A. Bach et B. Sbarsky. Oxydation des acides gras supérieurs par les ferments oxydants.

M. le prof. Amé PICTET a comparé les *réactions de la papavérine synthétique* avec celles de la papavérine de l'opium, et les a trouvées identiques, à condition que la papavérine naturelle ait été soigneusement purifiée par cristallisation de son oxalate. En effet, ainsi qu'il l'a trouvé, il y a plusieurs années, avec M. G.-H. Kramers[1], la papavérine du commerce est toujours impure; elle peut renfermer jusqu'à 4 % de *cryptopine*, et celle-ci est caractérisée par des réactions colorées d'une grande intensité. La papavérine pure (naturelle ou synthétique) ne donne en revanche, à froid, de coloration ni avec l'acide sulfurique concentré, ni avec les réactifs les plus usuels des alcaloïdes (Fröhde, Erdmann, Mandelin, Labat, etc.). Seuls les réactifs de Lafon et de Marquis fournissent des colorations très pâles et fugaces, vert jaunâtre pour le premier, rose pour le second.

La *cryptopine*, retirée du mélange commercial, possède la formule $C_{21}H_{23}NO_5$; elle cristallise dans l'acool éthylique, l'alcool amylique ou la pyridine en gros prismes incolores, qui fondent sans décomposition à 218°. Elle constitue très probablement un dérivé de l'isoquinoléine, à noyau pyridique réduit et méthylé à l'azote. Elle renferme deux groupes CH_3O et un groupe CH_2O_2, mais ni hydroxyle ni carbonyle.

M. E. FERRARIO s'est occupé, avec M. S. KŒRNER, de l'*action du peroxyde de sodium sur les organomagnésiens de la série aromatique*. Il a obtenu des phénols (20-45 % de la quantité théorique) et des hydrocarbures du groupe du biphényle (14-45 %).

M. A. BACH parle de l'*oxydation des acides gras supérieurs par les ferments oxydants*, qu'il a étudiée avec M. B. SBARSKY.

A. P.

[1] *Archives* (4) 12. 199.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 7 juillet 1910

Emile Chaix. Contribution à l'étude géophysique de la région de Genève : la capture de Theiry. — E. Briner et A. Wroczynski. Compression du cyanogène. — Cardoso, Arni et Bell. Détermination des constantes directes des gaz. — Th. Tommasina. Irréductibilité des lois du train d'ondes aux lois du rayon élémentaire. — L. de la Rive. Oscillations d'un pendule dans uu train en marche. — Cantoni. Cryoscopie du fluorhydrate et du chlorhydrate d'aniline.

M. Emile Chaix. *Contribution à l'étude géophysique de la région de Genève : La capture de Theiry.*

L'hydrographie du bassin de Genève est très incohérente. Les affluents du Rhône ne sont *conséquents* que vers leurs sources (Fig. 1), et l'Arande-Aire est particulièrement bizarre (Fig. 1, C D 4).

A. Favre, dans sa *Description géologique du canton de Genève* (I p. 180 et II p. 52 et 83) signale déjà que l'Arande a été capturée par l'Aire, mais il n'en cherche pas la raison.

De Russin à St-Julien par Cartigny, Laconnex, Soral et Theiry (Fig. 1) s'élève une croupe qui a les caractères d'une moraine terminale (voir la *carte géologique* de Favre et la carte p. 640 de Penck et Brückner dans *Die Alpen im Eiszeitalter)*. Devant cette croupe, au S.-W., s'étend la vallée abandonnée de l'Eau-Morte, formée à une époque où le Rhône devait couler à l'altitude d'environ 430 m. à Cartigny. Derrière cette moraine de Laconnex-Theiry, soit au N.-E., se trouve la plaine alluviale de l'Aire.

Or, cette plaine a été la *dépression* ou *cuvette terminale* du glacier, et son alluvionnement et la capture de l'Arande

sont dus à ce que sa barrière morainique s'est trouvée trop basse sur l'emplacement de Theiry. Quand le glacier s'est retiré, la rivière est descendue dans la cuvette en abandonnant sa vallée périphérique (Fig. 2).

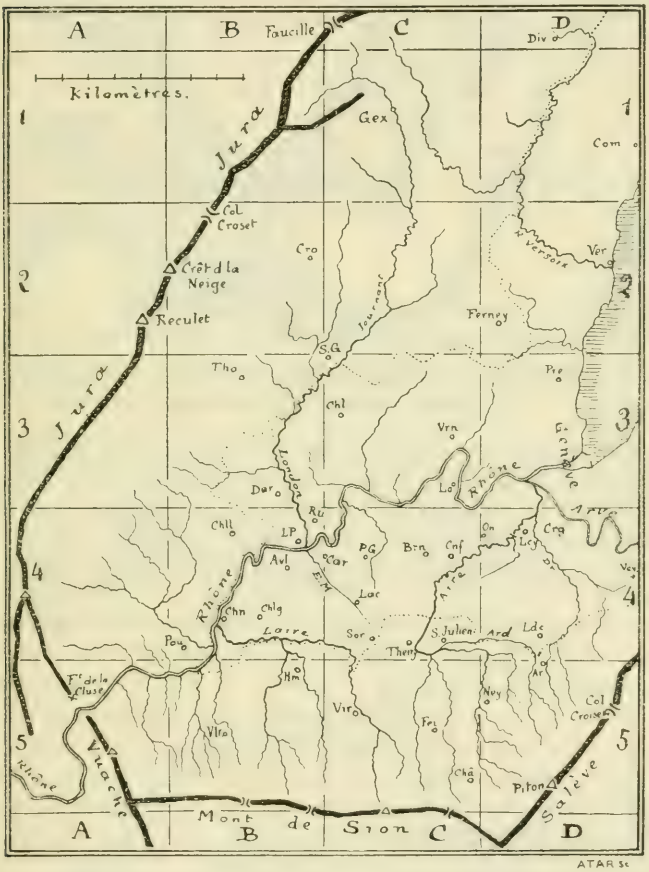


Fig. 1. — *Hydrographie du bassin de Genève.* Les carrés ont 6 km. de côté. Dans les carrés A, B, C, D : Ard., Lcy., On., Cnf., Sor., Lac., E.M., Car., Ru., L.P. = l'Arande, Lancy, Onex, Confignon, Soral, Laconnex, l'Eau-Morte, Cartigny, Russin, La Plaine.

C'est un cas intéressant de transformation, par *capture*, du *drainage périphérique* en *drainage centripète ;* et le cas

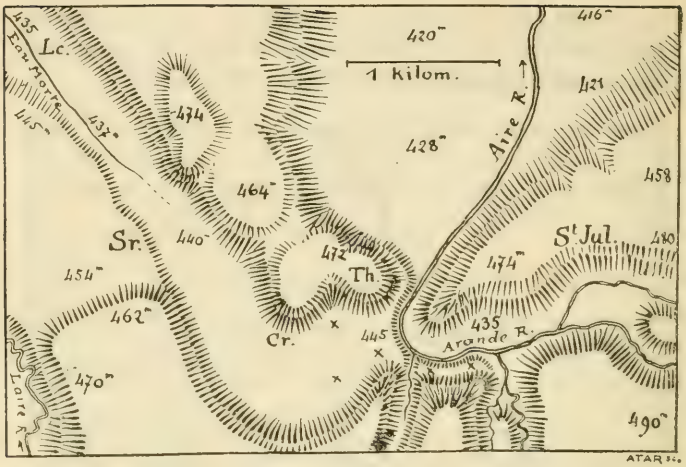


Fig. 2. — *Capture de Theiry.* — Th., S. Jul., Cr., Sr., Lc. = Theiry, St-Julien, Crache, Soral, Laconnex.

est d'autant plus curieux, que la capture s'est faite au profit du cours d'eau dont la pente moyenne est la plus faible et la longueur de beaucoup la plus grande (3 ⁰⁰/₀₀ et 29 km., contre 13,4 ⁰⁰/₀₀ et 6,5 km. — Fig. 3).

Le Rhône s'étant encaissé depuis lors, l'érosion est re-

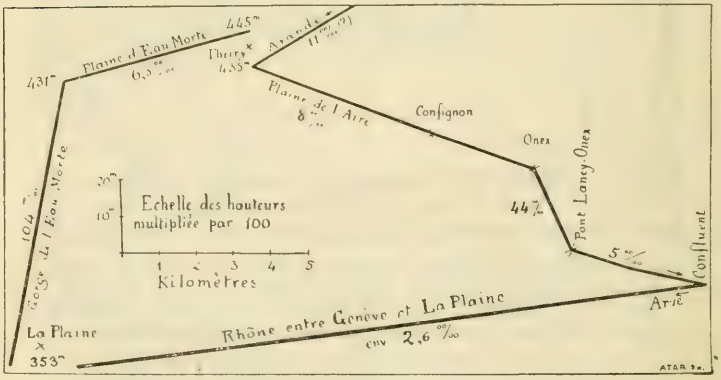


Fig. 3. — *Profils* de l'Aire-Rhône et de l'Eau-Morte.

montée dans ses affluents. Dans l'Eau-Morte, elle n'est active que sur 1,5 km.; dans l'Aire, le profil d'équilibre est presque établi sur 3 km. et la région d'érosion active se trouve plus haut, entre Lancy et Onex (Fig. 3).

La vallée abandonnée de l'Eau-Morte a des caractères de *demi-maturité* qui prouvent que le drainage périphérique a duré assez longtemps. Les caractères de la plaine de l'Aire montrent que le Rhône est resté longtemps à environ 400 m. à Genève (environ 380 à Cartigny). La partie inférieure de l'Aire présente des méandres encaissés encore peu modifiés, faute d'un volume d'eau suffisant; quant à son cours de Theiry à Confignon, il est artificiel.

M. le Dr E. Briner communique les résultats qu'il a obtenus en collaboration avec M. le Dr A. Wroczynski, en appliquant la méthode d'investigation décrite dans de précédentes communications à la compression du cyanogène.

Déjà en 1868 Troost et Hautefeuille ont reconnu que dans la préparation de ce gaz à partir du cyanure de mercure il se formait d'autant plus de paracyanogène (isomère solide brun du cyanogène) que la pression était plus élevée. Ces expérimentateurs ont établi d'autre part que la transformation du cyanogène en paracyanogène avait lieu réversiblement à partir de 500°. Au dessus de cette température le cyanogène devrait donc se transformer intégralement en paracyanogène.

Voici quelques chiffres obtenus par MM. Briner et Wroczynski qui mettent bien en évidence l'action de la pression sur le cyanogène. En chauffant ce gaz sous la pression de $^3/_4$ atm. environ et à la température de 210°, il ne s'est pas manifesté la moindre transformation même après 52 heures. Dans ces conditions le cyanogène persiste dans son état de faux équilibre. En soumettant ce gaz à la même température, mais à la pression de 300 atm., on a constaté dans le tube laboratoire un abondant dépôt de paracyanogène et une contraction de volume atteignant

10 %, ce qui prouve que la pression a été capable de rompre le faux équilibre.

Pour obtenir une transformation bien appréciable à la pression ordinaire, il faut opérer à la température de 400°. Dans ces conditions, après 300 heures de chauffe, la contraction de volume a été de 10 %, mais ensuite la réaction de formation du paracyanogène s'est arrêtée complètement, alors que l'on aurait dû s'attendre à une transformation totale.

Il s'est donc produit ici des phénomènes de rupture partielle de faux équilibre, que les auteurs ont observés dans d'autres systèmes également et sur l'explication desquels ils se proposent de revenir.

Quant aux produits de la réaction, l'analyse de la phase gazeuse a montré qu'à la température de 400° et à la pression ordinaire, il ne se formait que du paracyanogène : par contre, à 210° et sous 300 atm., cette formation est accompagnée de la décomposition du cyanogène en ses éléments, car la phase gazeuse renfermait 16 % d'azote.

Si l'on envisage les données thermiques qui caractérisent ces réactions et qui sont :

$$(CN)_2 = 2C + N_2 + 70 \text{ Cal.}$$
$$(CN)_2 = \text{paracyanogène} + 50 \text{ Cal.}$$
$$\text{paracyanogène} = 2C + N_2 + 20 \text{ Cal.},$$

on voit qu'aux basses températures où s'applique le principe du travail maximum, c'est le système $2C + N_2$ qui est le plus stable.

L'action de la pression sur le cyanogène a non seulement favorisé la formation du paracyanogène qui a lieu avec dégagement d'énergie, mais elle a provoqué en outre l'intervention d'une réaction conduisant à l'établissement du système le plus stable ; ceci en conformité avec les vues des auteurs sur l'action chimique des pressions élevées.

M. Cardoso, expose la méthode qu'il a élaborée en collaboration avec MM. Arni et Bell pour la *détermination des constantes critiques des gaz*.

Les principaux perfectionnements et points importants de cette méthode consistent :

1° en un remplissage des tubes laboratoires permettant d'éviter toute rentrée d'air et toute décomposition du gaz au moment de la fermeture au chalumeau.

2° en une construction de manomètres azote munis d'un petit réservoir dans la partie supérieure, permettant de régler à volonté la sensibilité de l'appareil.

3° en un dispositif d'agitation intérieure de la masse comprimée (agitateur de Kuenen) pour délimiter nettement les phénomènes d'opalescence et la monovariance des systèmes.

Comme compresseur, on a utilisé le modèle Ramsay-Young avec diverses modifications qui seront décrites ultérieurement ainsi que les détails complets de cette étude.

Par cette méthode, on a procédé à la révision des constantes critiques d'un certain nombre de gaz. Ils ont été purifiés par distillation fractionnée ; la plupart ont été obtenus à partir de deux réactions chimiques génératrices.

A la suite de ces expériences, M. Cardoso a déterminé les constantes critiques des gaz suivants :

En collaboration avec M. Arni : éthylène, protoxyde d'azote, hydrogène sulfuré (C_2H_4, N_2O, H_2S).

En collaboration avec M. Bell : éthane, anhydride carbonique, anhydride sulfureux (C_2H_6, CO_2, SO_2).

En collaboration avec le Dr Georges Baume : cyanogène, acétylène (C_2N_2, C_2H_2).

Les valeurs provisoires de ces constantes sont les suivantes :

	tc (centigrade)	pc (atmosphère)
C_2H_4 (C. & A.)	9°,5	50,7
N_2O (C. & A.)	36°,5	71,90
H_2S (C. & A.)	100°,4	89,35
C_2H_6 (C. & B.)	32°,1	49,05
CO_2 (C. & B.)	31°,0	73,05
SO_2 (C. & B.)	157°,0	78,25
C_2N_2 (C. & G. B.)	128°,1	59,6
C_2H_2 (C. & G. B.)	35°,5	61,6

M. Th. Tommasina. — *Irréductibilité des lois du train d'ondes aux lois du rayon élémentaire.* — Trente-septième Note *sur la physique de la gravitation universelle.*

La question indiquée dans le titre de cette Note n'a pas été traitée jusqu'ici, parce qu'elle ne se présente que lorsqu'on sépare franchement dans la théorie de la lumière ce qu'est pur symbole abstrait, de ce qu'est mécanisme vrai, bien qu'hypothétique. Or, cette séparation généralisée constitue ma méthode fondamentale, qui est nouvelle, aussi le mécanisme du rayonnement a-t-il été examiné dès le début de cette série de Notes. On a interprété la constatation de M. Zeemann, qui a complété si heureusement les recherches de Faraday, comme une confirmation de celle de Hertz sur la nature électromagnétique de la lumière, mais en réalité si elle confirme cette hypothèse elle montre d'autre part que la lumière et les radiations sont électromagnétiques d'une manière spéciale, qui n'est pas celle des ondes hertziennes. En effet, *les radiations constituent le milieu électromagnétique, tandis que les ondes hertziennes l'utilisent ; sans les premières le milieu ne serait plus électromagnétique et les secondes ne pourraient plus être produites, sans ces dernières le milieu ne change pas, il reste électromagnétique par son activité perpétuelle de transmetteur des radiations.* Ce qui distingue la théorie ondulatoire électronique de Lorentz de la mienne, est le rayon élémentaire, que j'ai introduit, non pas comme un concept abstrait, mais comme une réalité mécanique, nécessaire et suffisante, imposée par la constatation de la pression de la lumière conjointement à l'hypothèse atomistique de l'éther. M. Lorentz s'est occupé de la déformation de l'électron, mais il a conservé l'ancien éther, moi, au contraire, je l'ai éliminé et j'ai établi que *la déformation électromagnétique de l'électron vibrant suit la forme de la trajectoire du centre, puisque en vibrant transversalement il doit exécuter des poussées périodiques longitudinales.* J'en ai tiré *le rayon élémentaire, qui est la trajectoire, rectiligne axialement mais solénoïdale ou hélicoïdale, de l'énergie rayonnante,* et j'ai montré qu'*il joue le même rôle dans les radia-*

tions que celui des lignes de force de Faraday dans les champs électriques et magnétiques. Aussi, explique-t-il le mécanisme du phénomène de Zeemann, des autres qui s'y rattachent, et celui non moins important des actions chimiques des rayons à vibrations plus rapides. Cela étant il faut admettre pour les radiations de toute réfrangibilité la possibilité d'être décomposables en rayons élémentaires. C'est-à-dire qu'*un faisceau cylindrique d'un type quelconque de radiations est constitué par autant de rayons élémentaires qu'il y a d'électrons vibrants dans sa section transversale normale. L'énergie électromagnétique transmise, dans l'unité de temps et à la limite de sa sphère d'action par chaque électron vibrant, constitue l'élémentar-quantum*[1] *dynamique de l'éther et de toute radiation.*

On croit pouvoir accepter les équations de Maxwell sans ses vortex, c'est là une erreur physique et mécanique. En effet, l'hypothèse atomistique de l'éther en changeant le concept fondamental de la théorie des ondulations en modifie forcément l'interprétation mécanique. Il devient donc nécessaire de distinguer ou de séparer en deux catégories certains phénomènes qu'on croit ne différer entre eux que par la longueur d'onde, qu'on suppose donc mécaniquement identiques et soumis aux mêmes lois ; tandis qu'au contraire les lois de l'une de ces catégories sont irréductibles à celles de l'autre.

On sait que la décharge d'une bobine d'induction, ou d'une batterie statique, produit un nombre plus ou moins grand d'oscillations du milieu électromagnétique, *jamais une seule*, c'est ce qu'on appelle un *train d'ondes*. Les ondes d'un train ne sont pas identiques étant amorties, la suivante est toujours moins ample que celle qui la précède. On appelle queue les dernières ondes de plus en plus faibles qui terminent le train. Le mécanisme de ces trains d'ondes peut être considéré comme typique pour tous les ébranlements dont le choc initial déplace simultanément plusieurs couches de molécules du mi-

[1] Note XXXIV, *Archives*, t. XXX, juillet 1910, p. 100-103.

lieu quelconque où ils sont produits et où ils se propagent. L'épaisseur de l'onde de condensation augmente avec l'intensité du choc, on en a donc conclu que *dans les trains d'ondes l'amplitude des vibrations est fonction de l'intensité de la source.* C'est la loi de cette catégorie de phénomènes où les ondes sont formées de couches plus ou moins épaisses du milieu, les ondes non amorties ou entretenues rentrent aussi dans cette catégorie.

D'après les explications précédentes la lumière ainsi que les radiations qui ne diffèrent réellement des rayons visibles que par la longueur d'onde ou le nombre des vibrations, ce qui revient au même, n'appartiennent pas à la catégorie qu'on vient de décrire, parce qu'elles sont décomposables théoriquement en rayons élémentaires, tandis que les trains d'ondes ne le sont pas. En ces derniers les éléments du milieu ne vibrent pas individuellement pour former les ondes, mais en couches multiples, donc en bloc. Or, il est évident qu'une fois admise l'hypothèse atomistique de l'éther il faut reconnaître que *l'amplitude des vibrations de l'électron est invariable*, qu'elle est une constante absolue, et qu'il y a donc irréductibilité des lois d'une catégorie à celles de l'autre, car l'intensité du rayonnement ne pouvant plus agir sur l'amplitude doit forcément modifier la vitesse de propagation, du moment que le chemin parcouru par l'énergie rayonnante n'est autre que la somme des parcours des vibrations spiroïdales qui se joignent successivement pour former sa trajectoire solénoïdale ou hélicoïdale dans chaque rayon élémentaire [1].

M. L. de la Rive fait une communication sur les *oscillations d'un pendule dans un train en marche.*

Le pendule consiste en un poids de 470 gr. suspendu à un fil dont le point de suspension est fixé à un support posé sur un pied à vis calantes. L'oscillation simple a très

[1] Note XXIV, *Archives,* t. XXVIII, septembre 1909, p. 290. C. R., t. CXLIX, p. 627.

sensiblement une durée de une seconde. L'accélération et le ralentissement donnent lieu à une modification notable de la position d'équilibre du pendule. Le fil reliant le poids au point de suspension s'incline en arrière par rapport à la marche du train pendant l'accélération et en avant pendant le ralentissement d'un angle de 5 à 10 degrés. Il doit en résulter que la durée d'oscillation est modifiée, car la pesanteur se compose avec une force d'inertie égale à la masse multipliée par l'accélération et donne lieu à une résultante plus grande que le poids. Toutefois la modification de la durée d'oscillation n'a pas pu être constatée dans ces premières expériences.

M. Cantoni présente au nom de M. G. Paternò di Sessa quelques résultats sur la *cryoscopie du fluorhydrate et du chlorhydrate d'aniline* en employant comme dissolvants soit de l'eau, soit de l'acide chlorhydrique à 5,15 %, soit de l'acide fluorhydrique à 1,52 %.

Des résultats obtenus on ne peut déduire aucune propriété différentielle entre le chlorhydrate et le fluorhydrate d'aniline.

L'appareil qui a servi à ces déterminations est en platine et ressemble à celui employé en 1895 par MM. E. Paternò et Paratoner.

M. Paternò di Sessa a observé que l'acide fluorhydrique à 40 % n'attaque pas l'argent. On peut sans inconvénient faire bouillir cet acide dans une capsule d'argent sans craindre la plus petite attaque. De la poudre d'argent, obtenue par précipitation, peut être bouillie dans HFl concentré sans qu'une trace de ce métal ne passe en solution. L'acide fluorhydrique doit être pur et surtout ne contenir ni sulfates ni nitrates ; la présence même de vapeurs nitreuses peut avoir une influence.

Les différents fluorhydrates de bases aromatiques étudiés ont été préparés en utilisant des vases en argent.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

MATHÉMATIQUES

Burali-Forti et Marcolongo. Eléments de calcul vectoriel (traduit par S. Lattès). 1 vol. 8°. A. Hermann et fils, Paris, 1910.

A côté de leur intérêt théorique propre, les méthodes vectorielles sont devenues depuis quelques années un outil presque indispensable au physicien. Qu'on songe seulement à la place essentielle qu'elles occupent dans la Dynamique de l'électron. Il ne faut donc pas s'étonner de voir les manuels sur la matière se multiplier de plus en plus. La traduction française, due à M. Lattès, de l'ouvrage de MM. Burali-Forti et Marcolongo, sera d'autant mieux accueillie du public scientifique que la France est restée jusqu'ici à l'écart de ce mouvement. Si nous ne faisons erreur, les *Eléments de calcul vectoriel* sont, en effet, le premier traité français sur le sujet, exception faite des anciens ouvrages relatifs à théorie hamiltonienne des quaternions.

Les auteurs se sont abstenus de tout développement théorique superflu et sont bien restés élémentaires. Ils innovent par un système de notations qui nous paraît heureusement choisi ; ils innovent surtout par le souci d'opérer directement sur les éléments géométriques, au lieu de considérer, comme on le fait volontiers, les notations du calcul vectoriel comme de simples abréviations, des *tachygraphes* de coordonnées cartésiennes. C'est un point sur lequel nous aurions des réserves à formuler, car la tendance critiquée par nos auteurs nous paraît, en somme, plus conforme au principe d'économie qui doit servir, en science, d'élément directeur et de boussole.

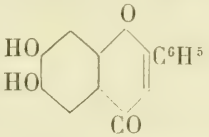
Les applications géométriques, mécaniques, et électriques terminent dignement cet élégant volume et ajoutent encore à son intérêt. C. C.

CHIMIE

Analyse des travaux de chimie faits en Suisse.

J. Reigrodski et J. Tambor. — Synthèse de la Dioxy-2-3-flavone. — *(Berichte der Deutsch. chem. Ges.*, 1910, t. 43, p. 1964. — Berne, laboratoire de l'Université.

Les auteurs ont exécuté cette synthèse en partant de la triméthoxy-2-4-5-acétophénone qu'ils ont d'abord transformée en son dérivé benzoylique : ce dernier fournit par ébullition avec HJ la *dioxy-2-3-flavone*



qui cristallise en petits prismes renfermant 1 aq. et fondant à 135°. Cette combinaison ne se fixe pour ainsi dire pas sur les bandes mordancées : sa solution sulfurique est vert pâle de même que sa fluorescence ; son dérivé diméthoxylé cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles fines et incolores, f = 189° ; cette solution est douée d'une fluorescence bleue.

La triméthoxyacétophénone dont il est question ci-dessus se combine facilement avec les aldéhydes pour donner des chalkones.

L'oxy-2-triméthoxy-2'-4'-5'- benzylidène-acétophénone est intéressante, car elle peut être transformée par l'intermédiaire du bromure de son dérivé acétylé en triméthoxy-2'-4'-5'-benzoyl-1-coumarone : il suffit pour cela de traiter le dérivé en question en solution alcoolique chaude par la lessive concentrée de potasse.

J. Tambor. — Sur la méthylation complète au moyen du sulfate de méthyle. — (*Berichte d. Deutsch. Ges.*, 1910, t. 43, p. 1882 ; Berne, laboratoire de l'Université.

On savait que dans les oxyxanthones renfermant un groupe carbonyle voisin de l'hydroxyle, ce dernier n'est pas éthérifiable par les halogénures alcooliques en présence d'alcali et que cette même remarque s'applique aux oxyanthraquinones et aux oxyflavones.

L'auteur a constaté en outre dans le cours de ces recherches, que cette règle concerne également les acides o-oxycétone-carboniques.

Comme on a réussi il y a quelque temps à méthyler complètement le morin et la quercétine au moyen du sulfate de méthyle et de la lessive de soude, l'auteur a voulu reprendre cette question de la méthylation et il a constaté que l'on pouvait en effet, avec ce même réactif, méthyler complètement la 1-oxyxanthone, l'éther alcoylique de la résacétophénone, la monorésorcine-phtaléine et l'acide β résorcylique, à condition de soumettre une seconde fois à une action énergique du sulfate de méthyle en présence d'alcali, la combinaison partiellement méthylée dans une première phase de la réaction. Il fournit à l'appui une série d'exemples que les personnes intéressées par ce sujet trouveront détaillés dans le mémoire original.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE SEPTEMBRE 1910

Le 1, pluie dans la nuit ; rosée le soir.
2, rosée le matin ; petite averse à 3 h. 40 m.
les 3, 4 et 5, forte rosée le matin.
le 6, pluie à 7 du matin et à 9 h. du soir.
les 10 et 11, très forte bise.
le 12, pluie dans l'après-midi.
13, pluie depuis 7 h. du soir.
14, pluie à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir ; forte bise dans la journée.
15, pluie à 7 h. du matin.
16, pluie à 7 h. du matin.
17, rosée le soir.
18, rosée le matin et le soir.
19, forte rosée le matin ; pluie à 4 h. du soir.
20, pluie dans la nuit et depuis 1 h. du soir.
21, pluie dans la nuit ; forte bise pendant la journée.
les 22 et 23, très forte bise pendant toute la journée.
25 et 26, rosée le matin.
le 27, brouillard le matin et rosée le soir.
28, rosée le matin et le soir.
29, brouillard le matin et rosée le soir.
30, pluie dans la nuit.

GENÈVE — SEPTEMBRE 1910

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.										h.	mm.	
1	33.3	32.8	32.1	32.94	+ 5.18	31.9	34 0	WSW. 1	N. 1	NNW. 1	N. 1	3.3	8	8	4	7	5.3	...	....
2	31.1	30 1	31.1	30.90	+ 3.16	29.8	32.0	NW. 1	N. 1	NNE. 1	NNE. 1	5.8	5	8	3	6	5.5	1.8	1
3	31 2	30.0	30 3	30.47	+ 2.75	29.8	31.3	N. 1	NNE. 1	NNE. 0	NNE. 1	6.3	6	8	10	7	6.2	...	....
4	28.9	27.2	28.3	28.27	+ 0.57	27 2	29.8	ESE. 1	WSW. 1	NW. 1	var.	4.4	3	6	7	6	**10.6**	...	...
5	28.3	28.0	28.5	28.18	+ 0.50	27.4	28.5	SW. 1	SSW. 1	SSE. 1	var.	4.2	8	10	9	9	1.9	0.3	1
6	27.4	28.1	28.5	27.97	+ 0.32	27 4	28 6	SSE. 1	SSW. 1	ESE 0	calme	1.5	10	10	10	9	0.5	0.4	1
7	28.3	28.2	28.1	28.20	+ 0.57	27 8	28.4	ESE. 1	NNE. 1	NW. 1	NNE. 1	6.5	10	3	0	5	7.5	...	....
8	27 6	26.8	26.7	27.07	- 0.53	26.1	28.2	W. 1	N. 1	NNE. 1	N. 1	6.9	9	6	3	7	6.5	...	....
9	26.3	26.6	26.7	26.41	- 1.17	26.2	26.7	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 1	12.5	10	10	5	8	....	...	....
10	26.8	26 5	27.0	26.62	- 0.93	26.2	27.0	NNE 2	NNE. 3	NE. 1	NNE. 3	25.1	9	3	0	4	7.4	.	..
11	26.0	24.7	24.1	25.24	- 2.28	**24.0**	26.8	NNE. 2	NNE. 3	NNE. 2	NNE. 2	22.6	2	2	1	3	9.3	.	....
12	24.4	24.6	25.6	**24.69**	**- 2.80**	24.1	25 6	NE. 0	NNE. 1	WNW. 0	WNW. 1	3 3	10	10	10	10	. ..	1.5	5
13	24 8	24.9	26.2	25.25	- 2.21	24.8	26.3	WNW. 0	NNW. 1	NNE. 1	var	2.9	10	10	10	10	. ..	0.6	1
14	25.5	25.9	26.8	25.97	- 1.46	25.4	26 8	NNE 2	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 1	12.1	10	10	10	10	.. .	4.2	4
15	26.3	27.4	29.1	27.39	- 0.01	26.1	29.6	NNE. 1	NNW. 1	N. 0	N. 1	2.1	10	9	9	10	0.8	4.1	5
16	30.7	31 1	32.1	30.81	+ 3.44	29.2	32.3	NW. 0	NNE. 1	NNE. 0	NNE. 1	3.3	10	9	4	9	5.5	...	...
17	33.1	33.3	33.7	33 08	+ 5.74	32.4	33.7	NNW 6	N. 1	NNE. 1	N. 1	4.6	10	2	3	5	6.7	..	...
18	34.1	33.3	32.3	33 13	+ 5.82	31.5	34.3	WNW 1	N. 1	N. 0	N. 1	3.8	6	2	1	3	8 2	...	...
19	31 2	29.1	27 9	29.74	+ 2.47	27.8	31 9	WNW 1	N. 1	NNW. 0	calme	1.4	6	10	10	8	4.2	6 6	5
20	26.5	25.8	25.1	26.10	- 1.14	24.7	28.2	SSW. 1	WSW. 1	W. 0	W. 1	2.1	10	10	10	10	....	**25.3**	**17**
21	26.1	28.5	31 2	28.08	+ 0.87	24.9	31.3	NNE. 3	NNE. 2	NNE. 2	NNE 2	24.1	7	4	2	5	6.2	...	....
22	31.7	31.9	32.8	31.90	+ 4.72	31.2	32.8	NNE. 2	NNE. 3	NNE. 2	NNE. 3	26.3	3	3	9	4	10.2	...	...
23	31.7	30.7	31.4	31.33	+ 4.19	30.7	32.5	NNE. 3	NNE. 4	NNE. 4	NNE. 3	**34.5**	2	8	3	6	8.7	..	....
24	32.2	31.8	31.4	31.72	+ 4.61	31.2	32.4	NNE. 1	NNE. 1	NNE 1	NNE. 1	12.9	9	3	6	8	1.2	...	....
25	31 4	31.2	31.2	31.06	+ 3.99	30.3	31 6	N. 1	NNE 1	NW. 0	N. 1	4.0	6	1	0	2	8.2	..	....
26	32.5	32.5	33.3	32.47	+ 5.43	31.6	33.6	W. 0	N. 1	NW. 1	N. 1	3 6	0	0	0	0	9.9	...	....
27	34.2	33.3	33.3	**33.59**	**+ 6.59**	32.7	**34.5**	W. 0	NNW. 1	N. 1	N. 1	2 7	10	7	2	5	7 0	. .	....
28	33.3	31.7	31.1	32 18	+ 5.21	30.8	33.4	SW. 0	NNW. 1	WNW. 0	NNW. 1	2.5	2	1	0	0	9.8	...	....
29	30.8	29.4	29.3	29.91	+ 2.98	28.6	31.0	WSW. 0	NNW. 1	SSW. 1	var.	2 1	10	1	1	3	8.4	0.3	1
30	30.4	30.1	31.4	30.22	+ 3.32	29.4	31.6	SW. 0	SSW. 1	N. 0	var.	2.8	9	7	10	8	7.3	0.4	1
Mois	29.53	29.19	29.55	29.36	+ 1.73							8.34	7.3	6.0	4.7	6.2	163 0	45 5	42

GENÈVE — SEPTEMBRE 1910

Jour du mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	12.9	16.2	12.2	14.11	- 2.48	11.2	17.5	95	59	87	78	+ 4	51	96	17.8	- 0.5	1682
2	11.4	15.9	11.4	12.20	- 4.28	9.5	17.4	92	68	80	83	+ 9	65	93	17.8	- 0.4	1672
3	10.0	17.4	15.7	13 60	- 2.77	8.2	18.4	92	55	73	75	0	50	93	17.7	- 0.5	1647
4	14.0	20.4	13 8	15 46	- 0.79	11.2	21.6	85	43	60	65	-10	**30**	92	....	.....	1625
5	11.0	14.3	11.7	12.67	- 3.46	9.5	18.2	76	62	83	74	- 1	52	90	17.8	- 0.2	1612
6	12.0	16.9	15.0	13.89	- 2.13	10.8	17.8	93	66	87	85	+10	58	94	14.9	- 3.1	1610
7	13.1	17.7	13.3	14.44	- 1.45	11.5	19.0	92	62	84	80	+ 4	54	93	15.5	- 2.4	1642
8	11.3	18.4	14.2	13.91	- 1.86	9.6	19.5	90	60	74	76	0	51	92	....	.....	1639
9	12.7	15.6	13.8	13.99	- 1.65	10.8	16.8	81	64	78	76	0	60	91	16.5	- 1.3	1645
10	12.4	16.5	12.9	14.19	- 1.33	11.6	18.0	75	58	78	68	- 8	50	88	16 3	- 1.4	1660
11	11.9	17.0	14.0	14.08	- 1.31	10.7	17.8	77	52	74	70	- 7	50	83	....	.....	1665
12	12.3	14.0	13.0	13.46	- 1.79	11.5	15.3	86	88	94	86	+ 9	70	96	16 3	- 1.2	1635
13	11.7	15.2	12.2	12.91	- 2.21	10.6	15.8	96	77	93	88	+11	70	97	16.3	- 1.2	1627
14	12.4	13.7	11.0	12.26	- 2 72	10.4	14.6	81	71	92	84	+ 7	62	98	16.0	- 1.4	1660
15	10.5	15.7	12.5	12.70	- 2.15	10.0	16.9	94	79	95	87	+ 9	65	97	15.8	- 1.5	1637
16	11.9	16.1	14.2	13.95	- 0.76	11.0	17.8	97	70	90	85	+ 7	56	98	16.1	- 1.1	1650
17	11.5	16.7	14.7	14.03	- 0.53	9.7	18.9	97	70	78	84	+ 6	58	99	16.1	- 1.0	1645
18	11.0	17.4	13 9	13.95	- 0 47	9.8	19.8	95	65	92	83	+ 5	58	96	....	.....	1665
19	11.7	17.7	15.9	15.04	+ 0.76	10.2	19.6	93	77	85	85	+ 7	70	95	16.6	- 0.3	1660
20	13.3	15.8	12.9	13.98	- 0.15	12.5	16.0	95	85	100	**93**	+**14**	83	100	16.4	- 0.4	1655
21	10.4	13.1	9.8	10.91	- 3.07	8.2	14.0	73	50	61	67	-12	43	96	15.5	- 1.2	1697
22	7.7	11.3	9.3	**9.27**	- **4.56**	6 5	12.3	64	47	64	**61**	-**18**	38	86	15.0	- 1.6	1642
23	8.3	12.4	10.8	10.13	- 3.55	6.8	14.0	77	73	73	71	- 8	60	83	14.3	- 2.2	1765
24	9.3	12.3	11.2	10.89	- 2.63	8.5	14.0	79	62	74	72	- 7	60	82	14.2	- 2.2	1727
25	8.1	14 3	9.8	10.80	- 2.57	7.1	16.0	97	64	89	84	+ 4	62	99	....	.....	1695
26	5.4	13.8	11.0	10 11	- 3.10	**4.4**	15 8	96	80	95	90	+10	75	100	14.9	- 1.3	1695
27	6.7	18.2	14.0	12.22	- 0.83	6 1	19.5	100	67	85	88	+ 8	66	100	15.0	- 1.1	1707
28	8.5	17.9	13.1	13.20	+ 0.31	7.5	20 8	97	65	93	86	+ 6	63	99	15 3	- 0.7	1717
29	8.7	18.2	15.8	13 99	+ 1.26	7.8	23.2	97	71	86	85	+ 5	42	98	15.4	- 0.5	1707
30	14.1	23.7	16.4	**17.47**	+ **4.90**	12.6	**24.2**	94	48	90	79	- 2	48	96	15.7	- 0.1	1705
Mois	10.87	16.13	12.98	13.13	- 1.53	9.53	17.68	89	65	83	80	+ 3			15.97	- 1.10	1666

MOYENNES DE GENÈVE. — SEPTEMBRE 1910

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	29.17	28.87	28.92	28.92	28.43	28.21	28.42	28.68	28.70
2e »	28.37	28.15	28.26	28.42	28.01	27.69	27.85	28.38	28.14
3e »	31.00	30.97	31.42	31.75	31.13	30.78	31.19	31.72	31.25
Mois	29.51	29.33	29.53	29.70	29.19	28.90	29.15	29.59	29.36

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+11.41	+11.09	+12.08	+15.55	+16.93	+16.44	+14.39	+12.88	+13.85
2e »	11.90	11.45	11.82	14.59	15.93	15.98	14.50	12.91	13.64
3e »	9.33	8.39	8.72	13.04	15.52	15.57	13.28	11.34	11.90
Mois	+10.91	+10.31	+10.87	+14.39	+16.13	+16.00	+14.06	+12.38	+13.13

Fraction de saturation en %.

1 décade	86	87	87	69	60	64	74	80	76
2e »	91	89	91	80	73	76	84	91	84
3e »	89	90	87	72	63	64	77	83	78
Mois	89	89	89	74	65	68	78	85	80

Dans ce mois l'air a été calme 200 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{157}{13} = 12.08$.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique		29.42
Nébulosité		6.0
Température	$\frac{7+1+9}{3}$	+13°.33
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$	+13°.24
Fraction de saturation		79 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér.	(1836-1875).	27.63
Nébulosité	(1847-1875).	4.9
Hauteur de pluie	(1826-1875).	94mm.2
Nombre de jours de pluie	(id.).	10
Température moyenne	(id.).	+14°.66
Fraction de saturat.	(1849-1875).	77 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRE
Hauteur d'eau en mm.	31.9	37.8	39.5	39.7	35.9	38.5	43.2

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	44.6	45.5	46.1	62.6	68.4	39.0

Insolation à Jussy : 150h6 en septembre.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE

SEPTEMBRE 1910

Du 1 au 6, violente bise tous les jours.
les 6, 8 et 9, pluie.
du 12 au 16 et du 19 au 22, pluie.
le 13, neige.
du 18 au 20, très fort vent.
du 21 au 23, très forte bise.
le 29, très fort vent.

GRAND SAINT-BERNARD — SEPTEMBRE 1910

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	68.8	68.9	68.7	68.8	+ 0.7	67.9	69.0	NE. 4	NE. 4	NE. 4	NE. 4	10	10	10	10	....	....
2	67.2	67.3	67.6	67.4	- 0.7	67.1	67.8	NE. 4	NE. 4	NE. 4	NE. 4	10	10	10	10	....	...
3	66.9	67.7	68.2	67.6	- 0.4	66.8	68.2	NE. 4	NE. 4	NE. 4	NE. 4	10	2	10	7	....	....
4	66.7	65.7	65.1	65.8	- 2.2	64.9	66.9	NE. 3	NE. 3	NE. 3	NE. 3	10	4	10	8	...	....
5	64.6	64.5	65.5	64.9	- 3.0	64.5	65.6	NE. 2	NE. 3	NE. 4	NE. 3	10	10	10	10	....	....
6	64.9	65.6	66.3	65.6	- 2.3	64.8	66.5	NE 3	NE. 4	NE. 4	NE 4	10	10	10	10	10.6	....
7	66.6	67.0	67.1	66.9	- 0.9	66.5	67.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	3	0	4	...	....
8	66.0	66.1	65.9	66.0	- 1.7	65.6	66.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	8	10	10	9	7.1	....
9	65.0	65.6	66.0	65.5	- 2.1	65.0	66.1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	0.8	....
10	65.1	65.0	65.1	65.1	- 2.5	65.0	65.7	SW. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	8	10	9	...	....
11	63.6	63.6	64.2	**63.8**	**- 3.7**	**63.5**	64.5	NE. 1	NE. 1	SW. 2	NE. 1	10	5	0	5	...	....
12	64.7	64.9	65.3	65.0	- 2.4	64.5	65.4	SW. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	11.5	....
13	64.2	64.2	64.5	64.3	- 3.1	64.2	64.6	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	19.0	**2**
14	63.9	64.3	65.2	64.5	- 2.8	63.8	65.3	NE. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	12.7	....
15	64.8	66.8	68.1	66.6	- 0.6	64.8	68.7	NE. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	10.2	....
16	68.9	65.0	65.6	66.5	- 0.6	65.0	69.0	SW. 2	SW. 1	NE. 1	SW. 1	10	10	10	10	1.6	....
17	71.2	72.2	72.8	72.1	+ 5.0	70.5	72.9	calme	SW. 1	SW. 1	SW. 1	2	1	0	1	....	....
18	73.1	73.6	73.1	**73.3**	+ 6.3	73.0	**73.7**	SW. 3	SW. 3	SW. 2	SW. 3	0	0	3	1	....	....
19	71.2	70.3	70.4	70.6	+ 3.7	70.0	72.0	SW. 3	SW. 4	SW. 4	SW. 4	7	10	10	9	**25.8**	....
20	66.5	65.9	64.7	65.7	- 1.1	64.2	66.8	SW. 2	SW. 3	SW. 1	SW. 2	10	10	6	9	19.3	....
21	63.6	64.1	64.9	64.2	- 2.5	63.6	65.0	NE. 3	NE. 3	NE. 2	NE. 3	10	10	10	10	1.3	....
22	64.1	64.4	65.4	64.6	- 2.0	64.0	65.9	NE. 2	NE. 2	NE. 3	NE. 2	10	8	10	9	1.0	1
23	66.5	67.2	67.8	67.2	+ 0.6	66.3	67.9	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	5	5	10	7	...	....
24	68.1	68.6	68.6	68.4	+ 1.9	68.0	68.6	calme	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
25	68.7	70.0	70.6	69.8	+ 3.4	68.6	71.0	SW. 1	SW. 2	NE. 1	SW. 1	2	1	0	1	....	....
26	71.6	72.5	73.2	72.4	+ 6.1	71.3	73.2	SW. 1	SW. 2	NE. 2	SW. 1	0	8	6	5	....	...
27	72.5	72.7	73.0	72.7	+ **6.5**	72.4	73.0	NE. 1	calme	calme	calme	0	0	0	0	....	....
28	72.1	72.2	72.0	72.1	+ 6.0	71.7	72.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	8	0	3	....	....
29	71.1	70.9	71.4	71.1	+ 5.1	70.8	71.4	SW. 2	SW. 3	SW. 3	SW. 3	2	3	10	5	....	....
30	70.7	71.3	72.2	71.4	+ 5.5	70.6	72.3	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	9	10	0	6	....	....
																	....
Mois	67.43	67.60	67.95	67.66	+ 0.21							7.2	6.9	6.8	7.0	120.9	3

GRAND SAINT-BERNARD — SEPTEMBRE 1910

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	- 0.4	+ 1.8	- 1.2	+ 0.1	- 5.0	- 2.1	+ 2.2	100	94	99	98	80	100
2	- 1.4	0.0	- 1.1	- 0.8	- 5.8	- 2.0	0.2	99	90	99	96	82	100
3	- 2.4	+ 2.0	+ 1.1	+ 0.2	- 4.7	- 3.1	2.6	100	74	100	91	55	100
4	+ 0.1	+ 4.2	- 0.5	+ 1.3	- 3.5	0.0	4.5	97	60	99	85	50	100
5	- 2.3	- 0.5	- 0.3	- 1.1	- 5.8	- 2.3	0.1	100	100	100	100	96	100
6	- 0.1	+ 1.1	+ 0.1	+ 0.4	- 4.2	- 0.2	1.2	100	100	100	100	97	100
7	- 0.5	3.2	1.1	1.3	- 3.2	- 0.6	3.6	100	83	97	93	76	100
8	+ 0.9	2.9	1.1	1.6	- 2.8	+ 0.4	3.3	88	86	100	91	70	100
9	- 0.2	1.0	+ 0.9	0.6	- 3.7	- 0.3	1.6	100	100	98	99	78	100
10	+ 0.1	4.0	0.0	1.4	- 2.8	0.0	4.4	92	86	100	93	72	100
11	0.9	4.0	+ 2.1	2.3	- 1.8	- 1.1	4.2	100	82	89	90	74	100
12	0.1	2.8	2.0	1.6	- 2.4	0.0	3.0	100	83	100	94	78	100
13	+ 1.1	0.9	0.1	0.7	- 3.2	0.0	2.4	100	100	99	100	91	100
14	- 0.2	2.2	0.2	0.7	- 3.1	- 0.3	2.6	100	99	97	99	89	100
15	+ 1.0	1.9	1.8	1.6	- 2.0	+ 0.4	2.2	95	98	95	96	81	99
16	0.2	2.0	2.4	1.5	- 2.0	0.1	3.9	97	98	95	97	84	99
17	1.5	6.6	3.8	4.0	+ 0.6	1.2	7.2	89	56	84	76	50	91
18	3.0	8.0	3.9	5.0	+ 1.7	3.0	8.4	71	62	95	76	48	97
19	2.8	4.8	3.1	3.6	+ 0.5	2.0	5.0	95	81	100	92	75	100
20	2.0	+ 1.9	+ 1.2	+ 1.7	- 1.3	+ 1.1	3.6	100	100	100	100	93	100
21	+ 0.1	0.0	- 4.3	- 1.4	- 4.3	- 4.6	+ 1.4	100	100	100	100	90	100
22	- 6.6	- 5.3	- 7.2	**- 6.4**	**- 9.2**	**- 7.5**	- 4.0	100	100	100	100	89	100
23	- 4.5	+ 0.2	- 1.3	- 1.9	- 4.5	- 7.4	+ 0.5	100	81	100	95	81	100
24	- 0.2	4.2	+ 1.0	+ 1.7	- 0.8	- 1.1	4.3	68	58	74	67	53	82
25	+ 1.9	6.8	3.9	4.2	+ 1.8	+ 0.4	7.2	70	49	66	**62**	**40**	72
26	1.8	3.8	2.1	2.6	+ 0.4	1.7	4.5	84	96	98	93	78	99
27	1.1	5.9	3.2	3.4	+ 1.3	1.0	6.3	83	68	79	77	51	89
28	2.9	8.0	4.2	5.0	+ 3.1	2.0	8.4	75	64	78	72	54	85
29	3.0	7.4	4.6	5.0	+ 3.2	2.9	8.0	85	80	100	88	65	100
30	+ 4.4	+ 8.4	+ 6.2	**+ 6.3**	**+ 4.6**	+ 3.5	**+ 9.2**	90	70	85	82	59	91
Mois	+ 0.34	+ 3.14	+ 1.14	+ 1.54	- 1.78	- 0.43	+ 3.73	93	83	94	90		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — SEPTEMBRE 1910

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — 0mm.22. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	66.18	66.34	66.55	66.36	98	87	99	95
2e »	67.21	67.08	67.39	67.24	95	86	95	92
3e »	68.90	69.39	69.91	69.39	85	77	88	84
Mois	67.43	67.60	67.95	67.66	93	83	94	90

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 0.62	+ 1.97	+ 0.12	+ 0.49	+ 0.40
2e »	+ 1.24	3.51	2.06	2.27	2.22
3e »	0.39	3.94	1.24	1.86	1.70
Mois	+ 0.34	+ 3.14	+ 1.14	+ 1.54	+ 1.44

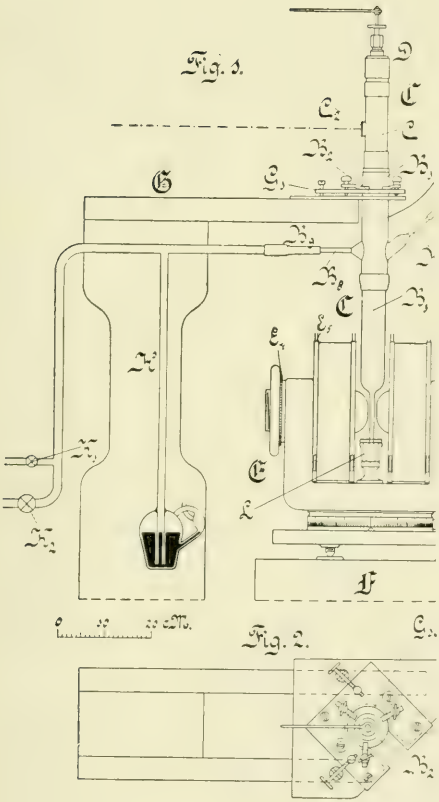
Dans ce mois l'air a été calme 44 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{113}{65} = 1.74$

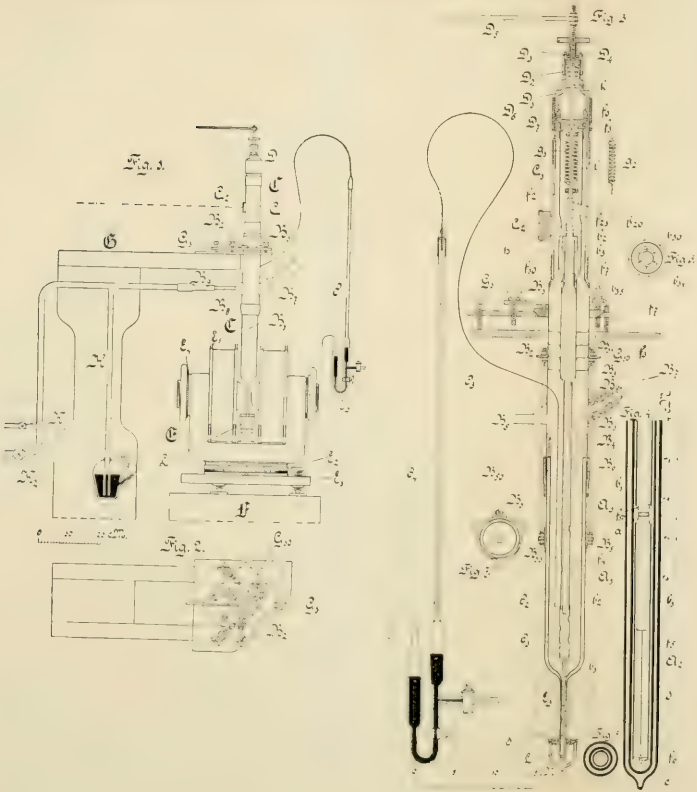
Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
Eau en millimètres.....	52.2	50.2	74.4	120.9
Neige en centimètres....	—	—	—	3

RECHERCHES SUR L'AIMANT



RECHERCHES SUR L'AIMANTATION AUX TRÈS BASSES TEMPÉRATURES



RECHERCHES

SUR

L'AIMANTATION

AUX

TRÈS BASSES TEMPÉRATURES

PAR

Pierre WEISS et H. KAMERLINGH ONNES

(Suite et fin)

(Avec la planche X)

---

§ 2. — Méthode et appareils

a) *Discussion de la méthode du couple maximum.* — L'intensité d'aimantation a été mesurée en déterminant le couple exercé sur un ellipsoïde de révolution allongé de la substance à étudier par le champ d'un électro-aimant faisant un angle variable avec le grand axe de cet ellipsoïde. Le couple a pour expression :

$$M = (N_1 - N_2) I^2 v \sin \varphi \cos \varphi,$$

où N_1 et N_2 sont les coefficients démagnétisants de l'ellipsoïde, I l'intensité d'aimantation de la substance, v le volume et φ l'angle de I avec le grand axe de l'ellipsoïde. Ce couple est maximum :

$$M = \frac{N_1 - N_2}{2} \cdot I^2 v$$

pour $\varphi = 45°$. Il n'est donc nécessaire, pour mesurer I, de connaître ni la valeur du champ, ni l'azimut du

champ pour lequel ce maximum est obtenu. Pour mettre cette méthode en œuvre, on suspend l'ellipsoïde à un ressort de torsion dont les déformations sont lues au moyen d'un miroir, et l'aimant est rendu mobile autour d'un axe vertical. Cette méthode a déjà été décrite [1]. Ses avantages sont la faible étendue dans laquelle les champs magnétiques intenses sont nécessaires et l'extrême simplicité des mesures relatives [2]. Nous nous proposons de discuter ici deux sortes d'erreurs auxquelles elle est exposée, et qui, tout en pouvant en principe être rendues aussi petites que l'on voudra, la rendent moins apte à déterminer la loi de l'approche vers la saturation qu'à comparer deux états successifs peu différents de la même substance pour la même valeur du champ.

Influence de la non-uniformité du champ. — L'ellipsoïde est placé au centre d'un champ magnétique de révolution. Ce champ est maximum en ce point pour un déplacement dans le plan équatorial, y, et minimum pour un déplacement axial x. Il est donné par le développement :

$$H = H_0 + \frac{x^2}{1.2}\left(\frac{\partial^2 H}{\partial x^2}\right)_0 + \frac{y^2}{1.2}\left(\frac{\partial^2 H}{\partial y^2}\right)_0 + \ldots,$$

[1] P. Weiss, *J. de Phys.*, 4e série, t. VI, p. 665; 1907.

[2] Pour comparer les intensités d'aimantation I et I' et les aimantations spécifiques σ et σ il faut tenir compte de ce que v varie par la dilatation thermique. En appelant d et d' les densités on a :

$$\frac{I}{I'} = \frac{\sqrt{M'}}{\sqrt{M}} \cdot \frac{\sqrt{d}}{\sqrt{d'}} \quad \text{et} \quad \frac{\sigma}{\sigma'} = \frac{\sqrt{M}}{\sqrt{M'}} \frac{\sqrt{d'}}{\sqrt{d}}.$$

La dilatation aux basses températures n'étant pas connue, nous avons omis la correction provenant de ce que le rapport des densités est différent de l'unité. On peut évaluer cette correction à 0,004, en valeur relative.

qui devient, en remarquant que le potentiel magnétique satisfait à l'équation $\Delta V = 0$, et en introduisant les coördonnées polaires r et θ :

$$H = H_0 + \frac{r^2}{2}\left(\frac{\partial^2 H}{\partial x^2}\right)_0 \left(\cos^2\theta - \frac{1}{2}\sin^2\theta\right).$$

Or l'énergie d'une particule magnétique de volume dv, partie de l'ellipsoïde supposé très allongé, dont l'aimantation, supposée de grandeur constante I, est parallèle au champ, est :

$$W = -I \,.\, H \,.\, dv,$$

et par suite le moment exercé sur elle par le champ :

$$dM' = -\frac{\partial W}{\partial \theta} = \frac{3}{2}\, dv \,.\, I\left(\frac{\partial^2 H}{\partial x^2}\right)_0 r^2 \sin\theta\cos\theta;$$

Le couple exercé par le champ H_0 sur l'ellipsoïde a pour expression :

$$M = (N_1 - N_2)\, I^2 v \,.\, \sin\varphi\cos\varphi.$$

Dans les champs très intenses, la condition du parallélisme de l'aimantation au champ extérieur est remplie, malgré les champs démagnétisants de l'ellipsoïde, et l'on a $\theta = \varphi$. Le moment parasite dM' varie donc en fonction de l'azimut de la substance comme le couple principal M. La valeur maxima du couple dM' est :

$$dM' = \frac{3}{4}\, dv \,.\, I\left(\frac{\partial^2 H}{\partial^2 x}\right)_0 r^2,$$

qui devient pour tout l'ellipsoïde :

$$M' = \frac{3}{20}\, I\left(\frac{\partial^2 H}{\partial x^2}\right)_0 \cdot\, v \,.\, a^2,$$

où a est le demi-grand axe de l'ellipsoïde.

Supposons que le champ de l'aimant varie en restant semblable à lui-même et appelons $(I - \varepsilon)H_0$ le

champ à une distance de 1 centimètre de l'axe suivant l'axe des y. Alors :

$$\varepsilon H_0 = -\frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2 H}{\partial y^2}\right)_0 = \frac{1}{4}\left(\frac{\partial^2 H}{\partial x^2}\right)_0,$$

d'où

$$M' = \frac{6}{5} I \varepsilon H_0 \,.\, v \,.\, a_2,$$

et le rapport des couples maxima :

$$\frac{M'}{M} = \frac{6}{5} \varepsilon a^2 \frac{H_0}{(N_1 - N_2) I}.$$

L'avant-dernière équation montre que la valeur absolue du couple parasite croît proportionnellement au champ quand l'aimantation reste constante. Au lieu de trouver pour la saturation une asymptote horizontale, on trouvera une asymptote inclinée. Ce fait a été constaté très nettement dans certaines expériences antérieures. A champ égal le couple parasite croît avec I. S'il est inappréciable pour les plus grandes valeurs de I observables avec un appareil, à plus forte raison l'est-il pour les plus petites. La dernière équation montre que l'importance *relative* du couple de non-uniformité croît quand l'intensité diminue. Il sera donc particulièrement à craindre dans des recherches où, passant à des intensités d'aimantation plus faibles on augmente la sensibilité en changeant le ressort.

Pour nos mesures, il suffit de pouvoir se faire une idée de l'ordre de grandeur de l'erreur. A cet effet la non-uniformité du champ a été mesurée pour trois valeurs de y et a été trouvée proportionnelle à y^2 avec la valeur numérique $\varepsilon = 0{,}0087$. Avec $a = 0{,}15$, il en résulte :

$$\frac{M'}{M} = 0{,}00023 \frac{H_0}{(N_1 - N_2) I}.$$

Or, pour les ellipsoïdes employés, $N_1 = 1,90$, $N_2 = 5,59$, et pour le fer $(N_1 - N_2)$ I est voisin de 6.600 gauss, pour le nickel de 1.800 gauss. La correction dépasserait donc à peine un millième pour le fer, elle atteindrait quelques millièmes pour le nickel.

Réaction de l'ellipsoïde sur les pièces polaires. — Lorsque les sommets de l'ellipsoïde sont dans le voisinage immédiat des surfaces frontales des pôles des aimants, ils ont une influence sensible sur la répartition du magnétisme dans les pièces polaires, et le couple s'en trouve augmenté. Ce fait a été mis en évidence au moyen d'expériences préalables, faites avec un plus grand électro-aimant dont les pièces polaires planes avaient 15 centimètres de diamètre, en mesurant le couple maximum exercé sur un ellipsoïde par le même champ de 9.770 gauss, obtenu avec des distances très différentes des pôles, en donnant au courant des valeurs convenables. On a trouvé ainsi, pour un ellipsoïde de fer de 9 millimètres de longueur et de 4 millimètres de diamètre équatorial :

entrefer =	9 millimètres	couple maximum	= 335,5
	15 »		= 320.45
	23 »		= 319,32
	35 »		= 319.18
	47 »		= 319,08

La manière dont cette quantité varie, montre que la variation n'est pas un effet de la non-uniformité du champ, car c'est précisément quand la perturbation a sa plus grande valeur que, par suite du rapprochement des pièces polaires planes, le champ est le plus uniforme. A partir de 23 millimètres, l'effet est insensible et le couple devient constant.

b) *Electro-aimant.* — Il résulte des renseignements donnés ci-dessus sur l'influence de la proximité des surfaces polaires et de l'ellipsoïde que l'écartement des pôles doit être environ trois fois la longueur de l'ellipsoïde. L'épaisseur totale des quatre parois du tube Dewar et de celles du tube ajusteur (§ 2 *c*) ne peut guère descendre au-dessous de 5 millimètres. En tenant compte à la fois de la difficulté d'obtenir des champs intenses dans des espaces étendus et de celle de la réalisation exacte d'ellipsoïdes très petits, nous nous sommes arrêtés à un entrefer de 9 millimètres et à des ellipsoïdes de 3 millimètres de longueur.

On peut obtenir dans cet entrefer des champs relativement intenses (jusqu'à 25.000 gauss), avec un aimant dont les noyaux ont 9 centimètres de diamètre. L'électro-aimant a servi précédemment à des expériences magnétiques aux températures élevées. Il a déjà été décrit [1] et est représenté schématiquement dans la *fig.* 1. Relativement léger (132 kilogrammes) et facilement transportable pour sa puissance, il a pu être étudié à Zurich et employé à Leyde. Il possède un mouvement micrométrique des pièces polaires que l'on peut avancer et reculer au moyen de manettes-écrou dont on repère la position sur des cercles divisés. Il est mobile autour d'un axe vertical, grâce à un support comportant une couronne de billes se mouvant dans des gorges annulaires. Les azimuts sont lus au moyen d'un trait de repère fixe, sur une graduation cylindrique portée par la partie mobile du support.

Chacune des bobines reçoit 1.500 tours de fil de

[1] G. Zindel, *Revue électrique*, 20 juin 1909, et *Elektrotech. Zeitschr.*, t. XXX, p. 446; 1909.

$2^{mm},5$ et a une résistance de 2 ohm environ. Comme elle est destinée à un courant de 10 ampères en régime normal, et que celui-ci peut atteindre 25 ampères pendant un temps relativement court, on dispose d'un nombre d'ampères-tours pouvant aller jusqu'à 75.000. La circulation d'eau dans les doubles parois des bobines a pour effet de permettre une durée à peu près double des expériences, et surtout de protéger les pièces polaires et les noyaux contre l'échauffement. Cet échauffement a de nombreux inconvénients dont le moindre n'est pas d'altérer d'une manière appréciable la valeur du champ. La dilatation thermique des noyaux relativement longs peut, en effet, faire varier d'une manière appréciable un entrefer relativement court.

c) *Appareil cryogène.* — La nécessité de monter l'équipage mobile, portant l'ellipsoïde dans un espace fermé recevant l'hydrogène liquide et l'atmosphère gazeuse, exige un appareil cryogène assez compliqué représenté dans la vue d'ensemble (Pl. X, *fig.* 1) et en coupe (*fig.* 3). Il se compose essentiellement de trois parties coaxiales de forme tubulaire qui sont, en allant de l'extérieur à l'intérieur, le *tube enveloppe*, le *tube ajusteur f* et l'*équipage b*. Le tube enveloppe se compose, de bas en haut, du tube Dewar A, du tube de laiton B, du tube de verre C, et de la chape D qui ferme l'appareil.

Equipage. — L'ellipsoïde *a* (*fig.* 3 et 4) peut tourner autour d'un axe vertical avec l'équipage *b* dans lequel il est fixé. Cet équipage est composé sur la plus grande partie de sa longueur d'un tube en argentan (*b*), matière peu magnétique, rigide et mauvaise con-

ductrice de la chaleur, et à sa partie inférieure de la tige de cuivre b, dont le magnétisme propre est très faible. Il est suspendu à la tige k par le ressort hélicoïdal g_1 (g_1 a servi pour le fer et le cobalt, le ressort plus faible qui a servi pour le nickel et la magnétite, est représenté à côté en g_2. (Pour assurer la stabilité de l'équilibre et empêcher l'ellipsoïde d'aller se coller contre les pôles de l'aimant, l'équipage est fixé en bas par un fil de platine iridié de $0^{mm},1$ de diamètre et dont la torsion n'intervient que comme une correction (§ 4). Le tube b et la tige b_1 sont soigneusement dressés au tour, l'ellipsoïde a (*fig.* 4) y est fixé dans un trou de diamètre égal à celui de l'équateur de l'ellipsoïde. Lorsqu'il s'agit de la magnétite ou du nickel, on peut le fixer avec un peu de cire; dans le cas du fer et du cobalt, les efforts étaient suffisamment grands pour qu'il soit nécessaire de le sertir en l'enfonçant à force dans la cavité après l'avoir enveloppé d'une très mince lame de cuivre. La tige b_1 et le tube très mince b, en argentan, transmettent (*fig.* 2) la rotation de l'ellipsoïde[1] au miroir h qui, par l'ouverture f_{10} et la fenêtre C_2 (*fig.* 1 et 3), permet la lecture de la torsion du ressort g_1 sur une échelle de verre de $1^m,50$ de longueur, divisée en demi-millimètres, éclairée par des miroirs sphériques[2], et placée à $4^m,325$ de distance. La tension du ressort est réglée en faisant mon-

[1] Une petite torsion de ce tube n'intervient pas. La partie de l'appareil qui joue effectivement le rôle de ressort est comprise entre le miroir et la chape. La torsion de la partie de l'appareil au-dessous du miroir transmet simplement le couple, son seul effet est de changer imperceptiblement l'azimut de l'aimant.

[2] H. Kamerlingh Onnes, *Communic. Physical Labor.*, n° 25; Leiden, 1896.

ter ou descendre la tige k (*fig.* 3) qui pénètre dans la chape par le presse-étoupe D_2. Cette opération s'effectue en faisant tourner l'écrou D_4 pendant que D_5 est maintenu immobile. La tension est lue, par l'ouverture f, sur l'échelle b à l'aide du pointeur l. Par une opération préliminaire sur l'appareil démonté, dans laquelle on suspend à l'équipage un poids connu, on détermine la division de l'échelle b qui correspond à la tension pour laquelle on se propose de régler l'appareil. Les vibrations que cet appareil tend à prendre comme une corde tendue, sous l'influence des trépidations, sont amorties par l'amortisseur b_3 à ailettes (*fig.* 3 et 6) plongeant dans un bain d'huile annulaire, divisé en compartiments par des parois b_{34} fixées sur un cylindre qui tourne à frottement doux dans le tube porteur et peut ainsi être entraîné par les ailettes b_{30}, quand l'équipage vient à effectuer une rotation un peu grande [1] (§ 4).

Les ailettes doivent plonger entièrement dans l'huile pour éviter des couples provenant de la capillarité (§ 4) qui pourraient ne pas être négligeables. Dans les champs forts, les courants de Foucault amortissent très bien les vibrations de torsion.

Tout l'équipage avec le ressort est suspendu dans le *tube ajusteur* f, dont la partie supérieure est vissée à la chape D (*fig.* 1 et 3), laquelle porte aussi la tige k et repose sur le tube de verre C. Le tube ajusteur, composé des parties f_2 f_3 f_4 f_5, diminue de diamètre à trois reprises, la partie inférieure f_5 entourant d'aussi

[1] Il importe que l'huile soit privée d'air et qu'il ne se trouve pas de bulles sous l'huile, parce que l'appareil doit être évacué une fois entièrement monté.

près que possible la tige b_1 de l'équipage. Contre le fond f_6 (*fig.* 4) bute le cône C soudé au fil tenseur d et le retenant. Ce cône peut entrer dans le fond f_6 par une coupure (*fig.* 5). Quand l'appareil est monté, le tube ajusteur plonge dans le tube Dewar A. Le tube porteur comme le tube b_2 formant l'équipage mobile est en argentan.

Pour monter dans le *tube enveloppe*, le tube ajusteur, avec l'équipage qu'il contient, on le visse à la chape D. Puis on place cette chape sur la garniture en bronze mastiquée en haut du tube de verre C, on serre les vis C_7 et on rend le joint hermétique au moyen du tube de caoutchouc collé D_6. Le bas du tube de verre C est mastiqué dans une deuxième garniture en bronze soudée au tube de laiton B. Ce tube porte en son milieu un anneau B_3 sur lequel reposent les écrous B_{31} des tringles B_4 portant le tube Dewar. Celui-ci, dont la partie étroite A_2 et la moitié inférieure de la partie plus large jusqu'au niveau A_3 sont argentées (la partie supérieure est restée transparente pour que l'on puisse s'assurer que l'on ne verse pas trop d'hydrogène liquide), glisse dans le tube B_1 en maillechort et bute contre un anneau en bois contre lequel il est pressé par les tringles B_4. La *fig.* 7 montre comment l'anneau B_5 en laiton mince, auquel aboutissent en bas les tringles B_4, est fixé sur le tube Dewar, protégé par une couche de papier, au moyen d'une bride serrée par la vis B_{50}.

La partie inférieure du tube Dewar a un diamètre extérieur de 8 millimètres et un diamètre intérieur de 5 millimètres. Les parois de verre ont une épaisseur de 0,5 millimètres, de sorte qu'il ne reste pour la dis-

tance des deux faces argentées en regard que 0,5 millimètre.

Pour centrer l'appareil, on le fait reposer, par l'anneau B_2 de l'enveloppe, sur un support auxiliaire. Le tube Dewar étant enlevé, on passe la partie étroite f_5 du tube ajusteur dans un calibre approprié que l'on fixe. On peut ensuite retirer de ce calibre un anneau, le remplacer par un autre et ainsi en augmenter le diamètre de manière qu'il corresponde au diamètre extérieur de la partie étroite du tube Dewar A_2. On met celui-ci exactement en place au moyen des écrous B_{31}. Le joint est rendu hermétique au moyen du tube de caoutchouc B_6 collé et ligaturé avec des fils de cuivre. Le mode de fixation du tube Dewar avec les tringles B_4 résiste à la déformation par évacuation, après laquelle le centrage ne demande que de très légères retouches.

Dans le tube B est soudé le tube capillaire en acier θ_3 (*fig.* 1 et 3) d'un thermomètre à hélium [1] à réservoir θ_1 (*fig.* 3 et 7) en argentan et tige θ_4 en verre, qui est monté solidairement avec le tube enveloppe. La quantité d'hélium est mesurée de telle façon, que pour le point d'ébullition de l'oxygène, le mercure se fixe au bas de la tige et pour le point de solidification de l'hydrogène, il atteigne la partie supérieure. Lorsque, comme c'est le cas avec l'hydrogène bouillant sous la pression normale, la température est assez bien connue sans la lecture du thermomètre, celui-ci est encore nécessaire comme indicateur du niveau du gaz liquéfié qui devient invisible au-dessous de A_3.

[1] Comp. l'appareil pour la liquéfaction de l'hélium. H. Kamerlingh Onnes, *Communic. Physical Labor*, n° 108; Leiden, 1908.

Aussitôt que le niveau descend au-dessous de la partie supérieure du réservoir θ_1, le mercure baisse dans la tige θ_4.

d) On procède au réglage de l'aimant indépendamment de celui du tube ajusteur et de l'équipage par rapport au tube Dewar. Son axe de rotation est rendu vertical et l'entrefer est centré sur cet axe, puis l'anneau à évidement sphérique G_{10} (*fig.* 1, 2 et 3) est amené sur l'axe de l'aimant. Cet anneau est porté par une plaque de laiton, qui elle-même est fixée par l'intermédiaire de deux madriers de sapin au pilier en pierre de taille H.

On transporte ensuite l'appareil cryogène du support provisoire à sa place définitive en faisant reposer la surface sphérique de l'anneau B_2 dans l'évidement de l'anneau G_{10} dans lequel elle s'adapte exactement, et on achève le centrage de la partie étroite du tube Dewar sur l'axe de l'aimant au moyen des vis à ailettes de l'anneau B_2. Ce centrage doit être exact, car l'aimant doit pouvoir tourner librement, et l'espace entre le tube Dewar et les pôles, n'est qu'un demi-millimètre de chaque côté. Il réussit d'ailleurs facilement à $0^{mm},25$ près.

e) L'introduction de l'hydrogène liquide se fait par le tube B_7 en argentan (cf. *Comm.* n° 94 *f*), le gaz qui s'évapore s'échappe par B_8 (*fig.* 3 et 1) et les robinets K_1, K_2, dont l'un conduit à un gazomètre et l'autre est en communication avec une pompe à vide. En manipulant les robinets, on règle la tension de vapeur qui est lue au manomètre H_1 fonctionnant au besoin comme soupape de sûreté. Dans les expériences au voisinage du point de solidification de l'hydrogène on prend soin

d'opérer à une pression un peu supérieure à celle du triple-point.

Avant d'introduire l'hydrogène liquide par B_7 qui est fermé par un tube de caoutchouc et un bouchon de verre, on fait le vide dans l'appareil par K_2. L'étanchéité parfaite est de rigueur, parce que des traces d'air se solidifieraient dans l'hydrogène liquide et s'accumuleraient, par suite de l'attraction magnétique, dans le voisinage de l'ellipsoïde.

Pour empêcher que l'hydrogène en ébullition ne refroidisse à la partie supérieure de l'appareil là où se trouve le ressort, le tube f_4 (*fig.* 3) a été percé d'un certain nombre de grands trous n'affectant pas sa rigidité torsionnelle ; en outre il glisse à frottement doux entre les écrans de cuivre qui entourent f_3 et sont soudés à B. Pour éviter l'ébullition explosive [1], on met un peu d'ouate au fond du tube Dewar et des mèches d'ouate autour du tube ajusteur. Le renouvellement de l'hydrogène liquide se fait de la même manière que le remplissage. Un seul remplissage suffit généralement pour plusieurs séries de mesures. La partie inférieure du tube Dewar, dont l'extrémité n'avait pu être argentée, est protégée par un petit vase L contenant de l'air liquide. Lorsque l'appareil une fois rempli, la partie au-dessus des écrans est revenue à la température ordinaire, on ne s'aperçoit presque plus qu'il y a de l'hydrogène dans l'appareil, à moins que le niveau du liquide ne soit au-dessus de A_3.

A la longue il se condense un peu d'humidité sur le tube Dewar. Pour éviter qu'elle coule entre les pièces

[1] Lorsqu'elle se produit, il faut s'assurer que des gouttelettes projetées n'ont pas refroidi l'huile de l'amortisseur.

polaires, on entoure le tube de papier buvard en A_1. Un courant d'air est lancé sur le tube entre les pôles. Les surfaces polaires ne sont donc aucunement affectées par les opérations cryogéniques.

f) Les *ressorts* sont en bronze phosphoreux. Cette matière n'est pas magnétique et n'a que de faibles déformations résiduelles. On peut réaliser un ressort de constante donnée en enroulant en hélice soit un fil fin et court, soit un fil plus gros et notablement plus long. De ces deux ressorts, celui qui contient le plus de matière, travaille avec des déformations spécifiques moindres et par conséquent une élasticité plus parfaite. Il a été tenu compte de cette circonstance. Les ressorts sont munis dans l'axe d'allonges rigides et sont fixés avec des vis dans l'équipage et dans la tige *k* (*fig.* 3). Les spires ne se touchent pas. La température du ressort est déterminée par un thermomètre à mercure appliqué contre la chape D et enveloppé de laine avec celle-ci. Les constantes des deux ressorts employés sont 261 000 et 22 300 dynes-centimètres par unité d'arc. Pour la correction de l'influence du fil tenseur et des variations de température du ressort, voir au § 4.

Les *ellipsoïdes* de fer, de nickel et de cobalt ont 3 millimètres de longueur et $1^{mm},333$ de diamètre équatorial. Ils ont été exécutés avec une grande précision par la *Société genevoise pour la Construction d'Instruments de Physique et de Mécanique*. Le travail a été fait au tour sous un microscope grossissant 30 fois et muni d'une chambre claire permettant de superposer l'objet à un dessin à grande échelle. Quelques mesures faites à la machine à diviser ont montré que les ellipsoïdes sont très exacts.

Le fer a été obtenu en fondant, au four électrique à résistance, du fer électrolytique pur de Merck dans une atmosphère d'azote et dans une nacelle de magnésie. Le nickel et le cobalt ont été obtenus de la même manière en partant de nickel et de cobalt pulvérulents, extrêmement purs, préparés spécialement par Merck pour ces recherches. La magnétite a été obtenue en taillant un ellipsoïde approché dans une goutte de magnétite fondue très pure, obtenue en chauffant le sesquioxyde pur de Merck avec le chalumeau oxhydrique. L'expérience ayant montré que l'on n'obtient réellement de la magnétite [1] qu'en calcinant à très haute température pour faire partir les derniers restes d'oxygène en excès, cette opération a été faite dans une coupelle en iridium. Il a été préparé de même des ellipsoïdes grossièrement approchés dans du chrome et du manganèse de Goldschmidt et du vanadium de Moissan. Il est facile de se rendre compte qu'il n'est pas nécessaire que les ellipsoïdes soient réalisés avec une grande perfection pour des mesures relatives; cela a d'ailleurs été constaté expérimentalement pour la magnétite, pour laquelle on a trouvé avec différents échantillons grossièrement taillés en ellipsoïdes de formes diverses des courbes de variation thermique aux hautes températures coïncidant avec la courbe théorique et par conséquent entre elles.

§ 3. — Marche des expériences

Comme cela a été dit dans l'introduction, nous nous sommes proposé non de faire des mesures absolues,

[1] Voir aussi P. Weiss, *Arch. des Sc. phys. et natur. 4e pér.*, t. XXIX, p. 175; 1910; et *J. de Phys.* 4e serie, t. IX, p. 373; 1910.

mais de comparer les intensités d'aimantation dans les champs élevés à la température ordinaire et à celle de l'hydrogène liquide, les variations attendues étant une fraction assez petite de la quantité à mesurer. Il semblait donc indiqué de croiser les mesures à la température ordinaire et à celle de l'hydrogène liquide pour une même valeur du champ. Mais le passage d'une température à l'autre exige des opérations d'une trop grande durée et une attente trop longue pour que l'on puisse procéder ainsi. On a donc commencé, en général, par des mesures à température ordinaire en donnant au champ toute une série de valeurs. Puis on a fait une série analogue à basse température, et, la température ordinaire rétablie, on a repris quelques points pour constater que l'appareil n'avait pas subi d'altération.

Une série de mesures se décompose elle-même en deux parties. On commence par déterminer par tâtonnements méthodiques, pour toutes les valeurs des champs, les azimuts de l'aimant pour lesquels le couple est maximum. On trouve ainsi deux azimuts symétriques par rapport au grand axe de l'ellipsoïde, qui donnent des couples de signes contraires. Cette détermination se fait avec une précision de 1° à 0°5, qui est largement suffisante. Ensuite, la mesure proprement dite consiste, après avoir amené l'aimant sans courant dans l'un des deux azimuts, à fermer le courant et à observer l'élongation immédiatement après. On coupe aussitôt le courant, on oriente l'aimant dans l'azimut symétrique, on rétablit le courant et on observe encore l'élongation. Ces opérations étant de faible durée, la déformation visqueuse du ressort n'intervient pas. La

distance entre les deux points lus sur l'échelle donne deux fois le couple à mesurer, indépendamment de l'influence de l'aimantation résiduelle qui reste après la rupture du courant et dont le couple était d'ailleurs extrêmement faible. Le champ était connu en fonction du courant d'excitation de l'ampèremètre. C'est le même ampèremètre (Siemens et Halske, sans coefficient de température) qui a servi dans l'étude préalable de l'aimant et les mesures définitives. Ce mode de repérage du champ était largement suffisant pour le but poursuivi. La position des pôles a été repérée par la lecture des tambours divisés de l'aimant et contrôlée au moyen d'un calibre exactement ajusté à la longueur de l'entrefer. Les champs donnés plus loin sont corrigés des champs démagnétisants des ellipsoïdes.

§ 4. — Corrections et contrôles, déterminations auxiliaires

Le magnétisme propre de l'équipage n'est pas assez faible pour que sa correction puisse être négligée. On a donc fait une série de mesures à blanc, sans substance, à la température ordinaire et à celle de l'hydrogène liquide. On a obtenu ainsi avec le ressort le plus faible :

Tableau I. — *Correction du magnétisme du support*

	Temp. ord.	$t = 20°,3$ K.
4 000 gauss	$0^{cm},18$	0,26
8 000 »	$0^{cm},29$	0,48
12 000 »	$0^{cm},36$	0,61
16 000 »	$0^{cm},43$	0,73
20 000 »	$0^{cm},50$	0,86
24 000 »	$0^{cm},57$	0,98

Pour le ressort plus fort, ces corrections sont réduites dans le rapport de 22 300/261 000, elles sont donc très petites. Des mesures directes ont montré que les valeurs ainsi calculées étaient exactes. Cela revient à dire que le magnétisme propre du support n'avait pas été altéré par les divers démontages.

Une correction à apporter au rapport des couples est celle de la variation de rigidité du fil tenseur au bas de l'équipage à la température ordinaire et à celle de l'hydrogène liquide. A cet effet on a déterminé le rapport de la constante de torsion du fil de platine iridié, à la température ordinaire et à celle de l'hydrogène liquide, à celle du plus faible des deux ressorts en bronze phosphoreux, à la température ordinaire. On s'est servi d'un appareil identique à celui qui a été décrit, mais dont la chape pouvait tourner d'un angle connu par rapport au tube-enveloppe. La position de la chape était repérée au moyen d'un miroir et d'une échelle placée à $175^{cm},9$. On donnait à la chape une rotation mesurée, voisine de 360°. Cette rotation était la somme des torsions du ressort et du fil pour un même couple. Une lecture au miroir porté par l'équipage donnait la torsion du fil. On a trouvé ainsi pour le rapport de la constante du fil à celle du ressort :

à la température ordinaire.....	0,0125
dans l'hydrogène liquide	0,0144

déterminations dans lesquelles le chiffre des dix-millièmes est incertain. La correction atteint donc deux millièmes pour le ressort faible et deux dix-millièmes pour le ressort fort.

Le coefficient de température du ressort en bronze

phosphoreux a été déterminé en mesurant la période d'un même système oscillant, le ressort étant à la température ordinaire et dans la vapeur d'eau bouillante. On a trouvé ainsi le coefficient de température :

$$K = -0{,}00053,$$

au moyen duquel les observations ont été ramenées à la même température du ressort.

La constance de la température du bain liquide dans toute l'étendue du tube Dewar a été constatée à moins de 0°,1 près en déterminant dans un tube identique la température à diverses hauteurs avec un thermomètre à résistance en platine qui, placé à côté du thermomètre θ, donnait précisément les températures correspondant aux tensions de vapeur.

Phénomènes capillaires de l'huile de l'amortisseur. — On a pris soin de remplir suffisamment le godet de l'amortisseur pour que la surface de l'huile soit traversée par la bague cylindrique qui porte les ailettes sur laquelle la tension superficielle ne peut exercer aucun couple. Mais on a voulu, néanmoins, se rendre compte de l'ordre de grandeur des forces entrant en jeu dans les phénomènes capillaires en les augmentant énormément. A cet effet, dans un amortisseur aussi semblable que possible à celui en usage, on a mis une quantité d'huile telle que la surface soit traversée par les ailettes fixes et mobiles. La partie mobile a été suspendue à un fil de platine irridié de 20 centimètres de longueur et de $0^{mm},1$ de diamètre, et ses déviations étaient lues, au moyen d'un miroir, sur une échelle à 2 mètres. On a placé successivement le récipient d'huile dans deux azimuts où le rapprochement des ailettes devait produire des couples de signe contraire.

On a observé une déviation de 5 centimètres sur l'échelle. Le couple est donc de l'ordre de deux millièmes de celui qui est exercé sur l'ellipsoïde de nickel.

§ 5. — Détail des observations

Nickel. — Il a d'abord été fait sur le nickel une première série d'observations à la température de 17°,2 C.

Tableau II

H gauss	I² cm. de l'échelle	H gauss	I² cm. de l'échelle
2 230	89.42	17 760	90.50
6 250	89.97	20 300	90.66
10 270	90.12	21.540	90.79
13 280	90,34	22 760	90.81

Toutes les lectures sont corrigées du rapport de la tangente de la double déviation à la double déviation.

Le zéro, déterminé par la moyenne des observations à droite et à gauche, est resté invariable à quelques dixièmes de millimètres près. Après cette série l'appareil a été détérioré accidentellement, démonté, remonté,

Tableau III

t 19°,5 C. Avant		Hydrogène press. atm 20°,3 K.	
H gauss	I² cm. de l'échelle	H gaus	I² cm. de l'échelle
16 100	91,74	1 780	93.57
20 540	92,09	5 410	100 49
Après		8 050	101,54
H gauss	I² cm. de l'échelle	11 830	101,84
16 100	91,79	16 100	102,13
20 540	92,20	19 050	102,34
		20 540	102.51
		22 020	102.48
		22 840	102.49

ce qui a changé quelque peu la grandeur des déviations. La variation avec H étant établie par la série

ci-dessus, on a pris seulement deux points à la température ordinaire, avant et après l'hydrogène liquide.

Dans cette série, le zéro, déterminé par la moyenne des observations à droite et à gauche, a varié de 2 millimètres environ.

Pour H = 16 100 gauss $\frac{I_{20^\circ,3\ K.}}{I_{19^\circ,5\ K.}} = 1,0549$

H = 20 540 $= 1.0547$

Moyenne..... $1,0548$

non corrigée de la dilatation thermique.

Cobalt. — Les mesures sur le cobalt n'ont pas abouti au résultat cherché. C'est la difficulté extrême de l'aimanter à saturation qui était connue par les recherches préliminaires qui a déterminé le choix d'un appareil de si petites dimensions. Pour les autres corps

TABLEAU IV. — *Cobalt* 1, *température ordinaire.*

H_e gauss	1² cm. de l'échelle	Zéro calc.	Zéro obs.
4 025	17.16	76,73	Le zéro vrai n'a pas été noté
8 050	38.14	77,47	
12 075	50,48	78,96	
19 560	53,24	78,37	
23 340	53,29	78,18	
25 650	53,30	78,63	
Cobalt 1, H *solidification* (14°,0 K.)			
4 025	13,5	77,62	78,26
8 050	32,59	78.84	
15 820	53,23	81,93	
19 560	54,33	81,40	
21 800	54,43	81,16	
23 340	54,45	81,02	
24 760	54,46	80,08	

on aurait pu se contenter de champs moins intenses et disposer d'un entrefer plus étendu. Dès les mesures à la température ordinaire il s'est manifesté un phéno-

mène imprévu. En prenant la moyenne des lectures à droite et à gauche qui aurait dû donner le zéro de l'appareil, on a obtenu un point variable en fonction du champ. Cette variabilité a été trouvée ensuite environ deux fois plus grande à basse température. Voici quelques nombres qui la mettent en évidence :

(Dans les expériences sur le cobalt, nous donnons le champ extérieur non corrigé du champ démagnétisant de l'ellipsoïde. Ce dernier est, quand la saturation est atteinte, environ 5 000 gauss).

Il y a donc, à côté du phénomène principal, des couples parasites dissymétriques. Il est probable qu'il s'agit de phénomènes magnéto-cristallins provenant de cristaux élémentaires du cobalt, insuffisamment nombreux dans le petit ellipsoïde pour produire l'isotropie par compensation. Ces phénomènes ont un signe et une grandeur indépendants de celui du phénomène principal, et pourraient même avoir un effet contraire pour les deux azimuts de l'aimant. Ils peuvent devenir très importants si la substance a un plan magnétique plus ou moins caractérisé et l'on sait par l'exemple de la pyrrhotine qu'ils augmentent quand la température s'abaisse. D'ailleurs la loi d'approche vers la saturation, différente pour le cobalt de ce qu'elle est pour les autres corps, s'accorde bien avec des phénomènes magnétocristallins intenses [1].

Ces expériences ont été répétées sur un deuxième ellipsoïde de cobalt. Les mêmes dissymétries, un peu moins fortes, se sont manifestées. Mais il s'est ajouté un autre caractère qui montre combien les phénomènes parasites peuvent altérer la mesure de la variation de

[1] P. Weiss, *loc. cit.*

l'intensité d'aimantation : l'aimantation à basse température a été trouvée en apparence plus petite qu'à la température ordinaire. Le tableau suivant contient un extrait des observations faites sur ce deuxième ellipsoïde :

TABLEAU V. — *Cobalt* 2, *à* $t = 18^{\circ},5$ C.

H_e gauss	I² cm. de l'échelle	Zéro calc.	Zéro obs.
4 025	20,33	77,56	77,70
12 075	54,16	76,49	
23 340	59,76	76,86	
25 650	59,94	76,90	
Cobalt 2, *dans* H, *pression atmosphérique* (20°,3 K.)			
15 080	53,53	76,61	
23 340	58,09	77,07	78,90
25 650	58,46	77,21	

Le même ellipsoïde a été démonté et remonté en le noyant dans du ciment Khotinsky, pour éviter un effet supposé de magnéto-striction extraordinairement intense qui aurait été provoqué jusqu'à présent par le forçage de l'ellipsoïde dans la monture. On a trouvé les mêmes phénomènes, mais l'ellipsoïde ayant pu être placé, dans le nouveau montage, sous un autre angle par rotation autour de son axe, le signe du déplacement de zéro en fonction du champ est changé.

TABLEAU VI. — *Cobalt* 2, $t = 16^{\circ},5$ C.

H_e gauss	I² cm. de l'échelle	Zéro calc.	Zéro obs.
8 050	40,99	79,12	79,45
19 560	56,48	78,80	
23 340	57,07	78,89	
25 650	57,34	78,90	
Cobalt 2, H *pression atmosphérique*, $t = 20^{\circ},3$ K.			
8 050	34,07	78,88	70,20
19 560	53,21	78,24	
23 340	54,26	78,33	
25 650	54,63	78,42	

La seule conclusion qu'il semble permis de tirer de ces expériences sur le cobalt est que l'accroissement de l'aimantation du cobalt entre la température ordinaire et celle de l'hydrogène liquide est certainement beaucoup plus petite que celle du nickel ou de la magnétite, autrement elle n'aurait pu être masquée par le phénomène parasite.

TABLEAU VII. — *Fer*

		I² cm de l'échelle	
H gauss	$t = 20°$ C.	$t = 20°,3$ K. H pression atmosphér.	$t = 14°,0$ K. H solidification
1 700	95,23	101,98	101,95
5 675	98,47	102,85	
8 680	98,65	103,01	
13 160	98,91	103,31	
15 700	99,04	103,31	103,23
16 940	99,08	103,27	
18 360	99,06	103,27	
19 250	99,07	103,25	103,25

Pour H = 19 250 $\frac{I_{20°,3\,K.}}{I_{20°\,C.}} = 1.0209$

18 360 1,0210

16 940 1,0209

15 700 1.0213

Moyenne..... 1,0210

non corrigée de la dilatation thermique.

Dans toutes les expériences sur le fer, le zéro calculé par la moyenne des lectures reste remarquablement constant. Il ne se déplace en général que de quelques dixièmes de millimètre dans une série, et d'une série à l'autre de 6 millimètres. Les quelques observations à la température de la solidification de H montrent qu'entre 20°,3 K. et 14°0 K., il ne se passe rien d'imprévu.

Magnétite. — Nous avons dit que la préparation de la magnétite par calcination du sesquioxyde pur exige une température très élevée pour assurer le départ des derniers restes d'oxygène en excès. Un premier ellipsoïde, provenant d'oxyde de fer incomplètement calciné, n'a donné qu'une intensité d'aimantation un peu supérieure à la moitié de celle qui était attendue, avec une hystérèse très marquée et environ trois fois plus intense à la température de l'hydrogène liquide qu'à la température ordinaire, tandis que, dans toutes les expériences sur les autres substances les effets de l'hystérèse ont été insensibles. De plus, pour cette substance, l'intensité d'aimantation était à peu près la même à la température ordinaire et dans l'hydrogène liquide, passant par un maximum dans l'intervalle.

Ces particularités ont disparu dans un deuxième ellipsoïde taillé dans de la magnétite bien calcinée, mais il s'en est présenté d'autres qui sont inexpliquées jusqu'à présent, mais semblent n'avoir qu'une importance subordonnée. La position du zéro, calculée comme moyenne des deux lectures sur l'échelle, diffère d'une manière appréciable du zéro observé, tout en restant sensiblement constante dans une série d'expériences à la même température. Ensuite, et ceci est plus curieux, les déviations sont différentes suivant la direction du champ. Il serait évidemment bien prématuré d'attribuer à la magnétite, à la suite de cette observation isolée, une symétrie hémimorphe dans le genre de celle de la tourmaline. Une erreur expérimentale passée inaperçue paraît plus probable, d'autant plus que les expériences sur la magnétite sont bien moins régulières que celles sur les métaux. Les obser-

vations correspondant aux directions + et — du champ ont donc été données séparément dans le tableau suivant.

TABLEAU VIII. — *Magnétite* 15°,8 C.

Zéro observé = Zéro calculé + 0,9 cm.

H gauss	champ + I² cm. de l'échelle	champ — I² cm. de l'échelle
8 600	71,49	71,72
18 100	71,83	72,00
21 800	71,95	72,57
23 300	71,99	72,57
24 200	71,77	72,45
H *pression atmosphérique*, t = 20°,3 K.		
8 600	79,78	79,88
18 100	80,69	80,79
21 800	80,73	80,96
23 300	80,34	81,10
24 100	80,08	81,37
H *solidification*, t = 14°,0 K.		
18 100	80,90	81,10
21 800	81,12	81,64
24 200	80,96	81,84

On déduit de ces nombres pour le rapport des intensités d'aimantation à 20°,3 K. et à 15°,8 C. :

TABLEAU IX

H gauss	Champ +	Champ —
8 600	1,0559	1,0553
18 100	1,0591	1,0601
21 800	1,0593	1,0567
23 300	1,0564	1,0572
24 200	1,0563	1,0628
Moyenne....	1,0574	1,0564

Donc :

$$\frac{I_{20°,3\ K.}}{I_{15°,8\ C.}} = 1,0569,$$

non corrigé de la dilatation thermique.

On trouve de même pour le rapport des intensités d'aimantation à 14°,0 K. et 15°,8 C. :

$$1{,}0609, \qquad 1{,}0622;$$

donc :

$$\frac{I_{14^\circ,0\ \mathrm{K.}}}{I_{15^\circ,8\ \mathrm{C.}}} = 1{,}0616,$$

rapport s'écartant du précédent dans le sens prévu.

En résumé on a obtenu dans cette partie du travail concernant les ferromagnétiques, la correction de dilatation thermique n'étant pas faite pour

le nickel ..... $\frac{I_{20^\circ,3\ \mathrm{K.}}}{I_{17^\circ,3\ \mathrm{C.}}} = 1{,}0548,$

le fer ..... $\frac{I_{20^\circ,3\ \mathrm{K.}}}{I_{20^\circ\ \mathrm{C.}}} = 1{,}0210,$

la magnétite ..... $\frac{I_{20^\circ,3\ \mathrm{K.}}}{I_{15^\circ,8\ \mathrm{C.}}} = 1{,}0569.$

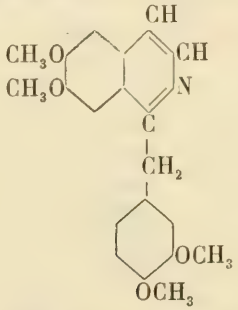
SYNTHÈSE DE LA PAPAVÉRINE

PAR

Amé PICTET et Alphonse GAMS

La papavérine est, avec la morphine et la narcotine, l'un des trois alcaloïdes les plus abondants de l'opium. Elle en a été retirée en 1848 par *G. Merck*. Sa composition répond à la formule $C_{20}H_{21}NO_4$. Elle se présente sous la forme de prismes incolores, fusibles à 147°. C'est une base faible, neutre au tournesol et optiquement inactive. Au point de vue physiologique, elle possède des propriétés narcotiques peu accentuées.

La papavérine est le premier alcaloïde de l'opium dont la constitution chimique ait été connue ; elle a été fixée par les travaux de *Goldschmiedt* (1883-1889) et doit être exprimée par la formule suivante :



Cette formule fait de la papavérine le dérivé benzylé et tétraméthoxylé de l'*isoquinoléine*, découverte en

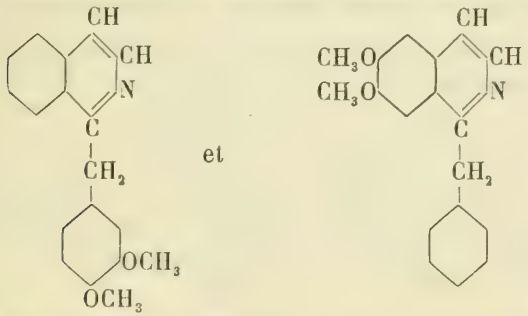
1885 par Hoogewerff et van Dorp dans le goudron de houille.

La structure moléculaire relativement simple de cet alcaloïde devait encourager les tentatives de synthèse, et, en effet, depuis 1900, plusieurs essais ont été faits dans ce sens. Le but semblait pouvoir être atteint par deux méthodes différentes :

1° En prenant comme point de départ l'isoquinoléine et en y introduisant par substitution les groupements (benzyle et méthoxyle) voulus.

2° En partant de composés aromatiques renfermant déjà ces groupements et, en plus, une chaîne latérale azotée que l'on transformerait par cyclisation dans le noyau pyridique de l'isoquinoléine.

Les deux méthodes ont été suivies. En utilisant la première, *Rügheimer* et ses élèves,[1] ainsi que *Decker* et *Pschorr*,[2] parvinrent à obtenir des benzylisoquinoléines diméthoxylées, c'est-à-dire des bases ne différant de la papavérine que par deux méthoxyles en moins,



Mais l'introduction des deux derniers méthoxyles ne put être effectuée.

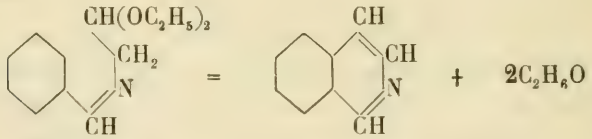
La seconde méthode revenait à une extension des

[1] *Berichte* **33.** 1719; **42.** 2374. — *Annalen* **326.** 264.
[2] *Berichte* **37.** 3396.

procédés connus de synthèse de l'isoquinoléine elle-même. Or, ces procédés sont restés jusqu'à ce jour peu nombreux et assez imparfaits. Deux d'entre eux semblaient seuls pouvoir s'appliquer à une synthèse de la papavérine; ce sont ceux de *Pomeranz* et de *Bischler* et *Napieralski*.

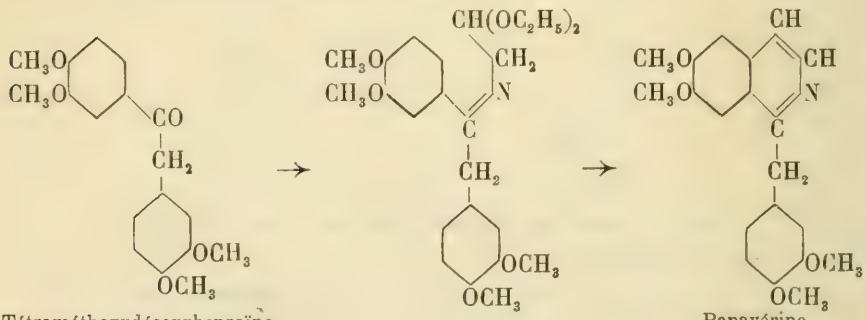
Pomeranz[1] avait obtenu, en 1893, l'isoquinoléine en condensant l'aldéhyde benzoïque avec l'amino-acétal, et en traitant le produit par l'acide sulfurique concentré. La réaction se fait selon les deux équations suivantes :

$$\underset{\text{Aldéhyde benzoïque}}{C_6H_5\text{-}CHO} + \underset{\text{Amino-acétal}}{H_2N\text{-}CH_2(OC_2H_5)_2} = \underset{\text{Benzylidène-amino-acétal}}{C_6H_5\text{-}CH{=}N\text{-}CH_2(OC_2H_5)_2} + H_2O$$



Benzylidène-amino-acétal — Isoquinoléine

Il semblait qu'en remplaçant l'aldéhyde benzoïque par la tétraméthoxy-désoxybenzoïne, on devait arriver de la même manière à la papavérine :

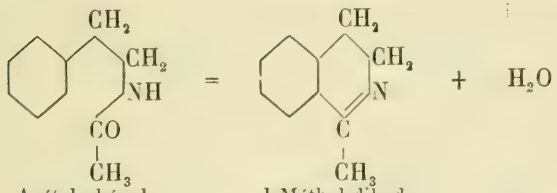


Tétraméthoxydésoxybenzoïne → Papavérine

[1] *Monatshefte* **14.** 116; **15.** 299.

L'essai fut fait, d'abord par M. *B. Athanasesco* et l'un de nous[1], puis répété, trois ans plus tard, par M. *Fritsch*[2]; il n'aboutit ni dans l'un ni dans l'autre cas.

Le procédé de *Bischler* et *Napieralski*[3] consiste à traiter à haute température par un agent déshydratant (anhydride phosphorique ou chlorure de zinc) les dérivés acylés de l'ω-phényl-éthylamine. Il y a alors cyclisation par départ d'une molécule d'eau et formation de dihydro-isoquinoléines substituées dans la position 1 :



Acétyl-phényl-éthylamine — 1-Méthyl-dihydro-isoquinoléine

Pictet et *Kay*[4] ayant plus tard perfectionné ce procédé et montré que, par oxydation ménagée des bases dihydro-isoquinoléiques ainsi préparées, on pouvait, quoique avec une certaine difficulté, obtenir les bases isoquinoléiques normales, la méthode de Bischler et Napieralski semblait pouvoir être appliquée à la synthèse de la papavérine. Il devait suffire pour cela de remplacer la phényléthylamine par son dérivé diméthoxylé (homovératrylamine), de combiner ce dernier à l'acide homovératrique et de déshydrater le produit.

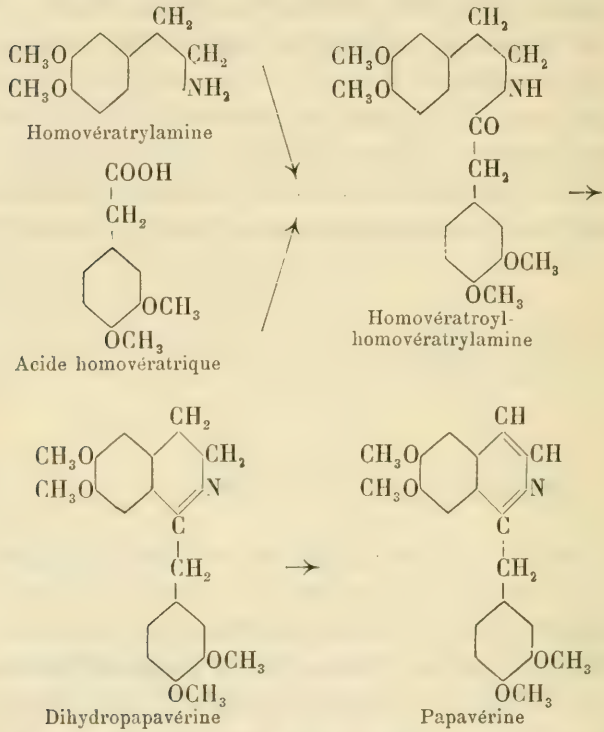
[1] Pictet et Athanasesco, *Archives* (4) **8**. 305. — *Bull. Soc. de Sciinte din Bucuresci* **10**. 198. — Athanasesco, thèse Genève 1900.

[2] *Annalen* **329**. 37 (1903).

[3] *Berichte* **26**. 1905.

[4] *Berichte* **42**. 1973 (1909)

On devait obtenir une dihydro-papavérine, qu'une oxydation ménagée aurait convertie ensuite en papavérine :



*M*lle *M. Finkelstein* et l'un de nous[1] ont essayé de réaliser ces réactions[2] ; ils y ont réussi en ce qui concerne les trois premières, mais ils n'ont pu opérer la dernière (transformation de la dihydropapavérine en papavérine), l'oxydation partielle du noyau hydropyridique, qui s'était montrée déjà si difficile chez les bases

[1] A. Pictet et M. Finkelstein. *Archives* (4) **29**. 245. — *Berichte* **42**. 1979. — M. Finkelstein, thèse Genève 1910.

[2] MM. Decker et Kropp (*Berichte* **42**. 1184 2075) ont fait aussi quelques essais basés sur la même idée, mais ne les ont pas poussés très loin.

plus simples, s'étant trouvée irréalisable dans le cas particulier. Ils purent, en revanche, en convertissant la dihydropapavérine en son chlorométhylate et en réduisant ce dernier, obtenir la *laudanosine* et effectuer ainsi la synthèse d'un autre alcaloïde de l'opium.

On voit d'après ce bref résumé historique que les diverses tentatives faites pour appliquer à la synthèse de la papavérine l'un des procédés déjà connus et utilisés dans la série de l'isoquinoléine, n'avaient tous abouti qu'à des insuccès. Il ne restait donc plus, pour atteindre le but, qu'à trouver un procédé nouveau, et c'est à quoi nous nous sommes appliqués.

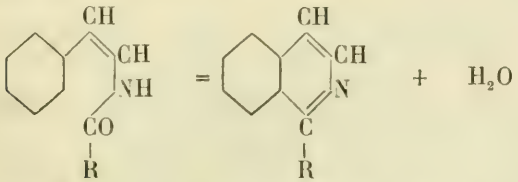
La première idée qui se présentait était d'employer une méthode semblable à celle de Bischler et Napieralski, mais en l'appliquant, non plus aux bases saturées du type de la phényléthylamine

$$C_6H_5 - CH_2 - CH_2 - NH_2$$

mais à des bases non saturées (ω-aminostyrols) renfermant deux atomes d'hydrogène de moins

$$C_6H_5 - CH = CH - NH_2.$$

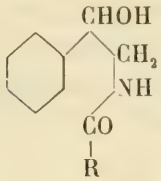
On pouvait espérer que les dérivés acylés de ces dernières bases se comporteraient vis-à-vis de l'anhydride phosphorique comme ceux des bases saturées, en donnant directement, selon l'équation suivante, des isoquinoléines normales



Nous avons fait une série d'essais pour préparer

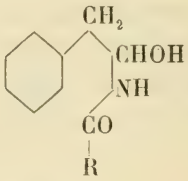
les aminostyrols en question; ils sont restés infructueux et nous croyons inutile de les relater ici. Nous avons pu nous convaincre que ces corps sont éminemment instables, se transforment spontanément en produits de condensation ou de décomposition, et ne peuvent servir en aucun cas de points de départ pour les réactions prévues. Nous avons donc dû renoncer, pour cette raison, à notre première idée.

Nous avons pensé ensuite que, si l'on pouvait, dans la chaîne latérale des acyl-phényl-éthylamines, introduire un hydroxyle, de manière à obtenir l'un des deux composés suivants:



I

ou



II

ceux-ci pourraient, sous l'action de l'anhydride phosphorique, perdre *deux* molécules d'eau, ce qui conduirait également aux isoquinoléines normales. Il s'agissait donc de préparer, en vue de cette condensation, l'un ou l'autre de ces composés. Le premier nous parut être le plus accessible; on pouvait l'obtenir à partir des acétophénones ω-aminées, soit en les réduisant et en les acylant ensuite:

$$C_6H_5.CO.CH_2.NH_2 \rightarrow C_6H_5.CHOH.CH_2.NH_2$$
$$\rightarrow C_6H_5.CHOH.CH_2.NH\ CO.R$$

soit en procédant inversément, c'est-à-dire en les acylant d'abord et en les réduisant ensuite:

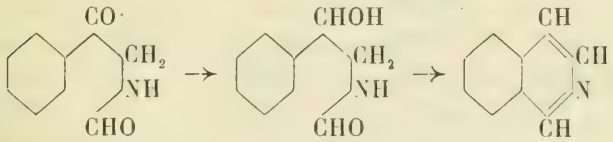
$$C_6H_5.CO.CH_2.NH_2 \rightarrow C_6H_5.CO.CH_2.NH.CO.R$$
$$\rightarrow C_6H_5.CHOH.CH_2.NH.CO.R$$

Il fallait seulement, dans ce second cas, trouver un agent de réduction qui, des deux groupes CO contenus dans la molécule de la cétone acylée, n'attaquât que celui qui possède le caractère cétonique, sans affecter l'autre ni provoquer la saponification de l'amide.

Nous trouvâmes dans l'amalgame de sodium, employé en solution alcoolique et neutre et à une température de 40-70°, un agent réducteur remplissant ces conditions. Nous pûmes ainsi préparer les acyloxy-phényléthylamines de la formule I dans lesquelles la lettre R représente les radicaux méthyle, phényle et benzyle.

Ces corps une fois préparés, nous les avons soumis à l'action de l'anhydride phosphorique en solution toluénique ou xylénique bouillante, suivant le procédé de *Pictet* et *Kay* (*l. c.*). La réaction se passa ainsi que nous l'avions prévu et nous obtînmes ainsi avec facilité les 1-méthyl-, phényl- et benzylisoquinoléines.

Contre notre attente, nous trouvâmes que le dérivé formylé de l'amino-acétophénone se comporte, dans la réduction et dans la cyclisation, comme ses homologues supérieurs, et fournit, sans aucun dégagement d'oxyde de carbone, et avec un rendement satisfaisant, l'isoquinoléine elle-même :

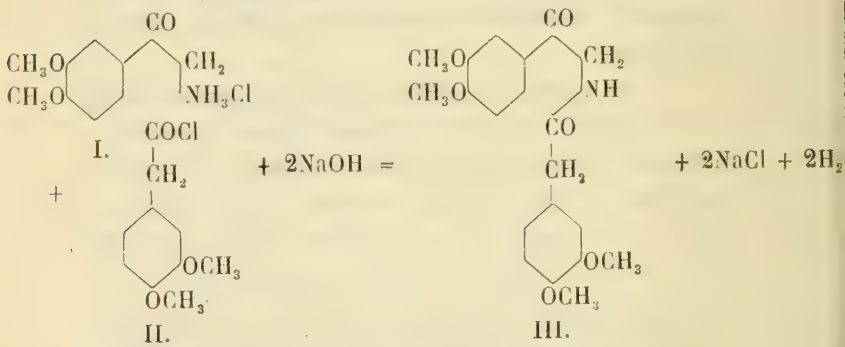


Il résulta, en outre, de nos observations, que la formation des isoquinoléines à partir des oxy-phényléthylamines par perte de deux molécules d'eau a lieu avec beaucoup plus de facilité que celle des dihydro-

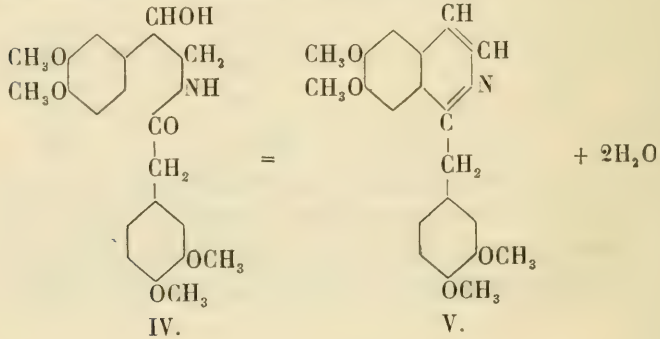
isoquinoléines à partir des phényléthylamines par perte d'une molécule d'eau.

Etant ainsi en possession d'un nouveau procédé général de préparation des bases isoquinoléiques, nous nous sommes empressés de l'appliquer à la synthèse de la papavérine.

Il fallait pour cela partir du chlorhydrate d'ω-amino-acétovératrone (I) et du chlorure de l'acide homovératrique (II) et les condenser de manière à obtenir l'homovératroyl-amino-acétovératrone (III) :

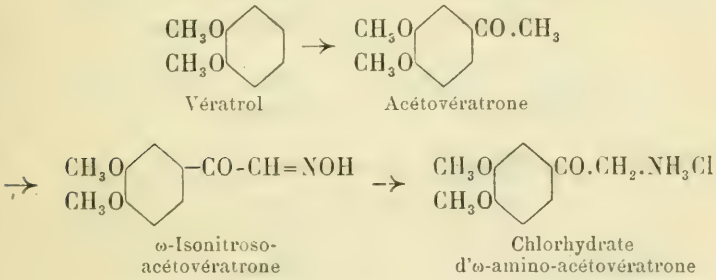
1) 

Cette cétone devait ensuite être transformée par réduction en homovératroyl-oxy-homovératrylamine (IV), et celle-ci, par l'action déshydratante de l'anhydride phosphorique, en papavérine (V) :

2) 

Toutes ces réactions purent être effectuées avec autant de netteté que dans la série des composés plus simples.

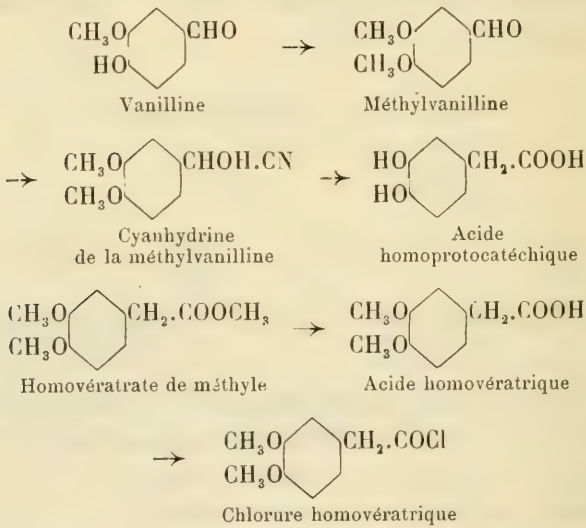
Pour préparer le chlorhydrate d'amino-acétovératrone nous avons pris comme point de départ le vératrol. Celui-ci, traité par le chlorure d'acétyle en présence de chlorure d'aluminium, nous a fourni l'acétovératrone déjà décrite par *Neitzel* et par *Bouveault;* nous l'avons transformée au moyen du nitrite d'amyle, selon le procédé de *Claisen*, en ω-isonitroso-acétovératrone. En réduisant cette dernière par le chlorure stanneux, nous avons obtenu enfin le chlorhydrate d'amino-acétovératrone :



Quant à l'acide homovératrique, il n'avait encore été obtenu que par oxydation de l'eugénol. Nous avons tenu à le préparer par synthèse complète, et nous y sommes parvenus de la manière suivante :

La vanilline est méthylée au moyen du sulfate de méthyle, puis transformée en cyanhydrine par l'action successive du bisulfite de soude et du cyanure de potassium. Cette cyanhydrine est ensuite chauffée avec de l'acide iodhydrique concentré. Il se passe alors une triple réaction, déjà observée par *Czaplicki, von Kosta-*

necki et *Lampe*[1] dans un cas analogue. Il y a en même temps saponification du nitrile, réduction du groupe alcoolique et élimination des deux groupes méthyle, et l'on obtient l'acide homoprotocatéchique. Pour convertir ce dernier en acide homovératrique, il ne reste qu'à le chauffer, en solution alcoolique, avec les quantités calculées de potasse et d'iodure de méthyle, ce qui fournit l'homovératrate de méthyle, et à saponifier celui-ci par un nouveau traitement à la potasse. L'acide homovératrique est ensuite transformé en son chlorure au moyen du pentachlorure de phosphore :



Le chlorure homovératrique et le chlorhydrate d'amino-acétovératrone, ainsi obtenus, sont ensuite mélangés en proportion équimoléculaire et vigoureusement agités avec une solution de potasse caustique. La

[1] *Berichte* **42**. 828 (1909).

condensation s'effectue conformément à l'équation (1), et donne naissance à l'homovératroyl-amino-acétovératrone (III). Celle-ci est réduite, en solution alcoolique et à la température de 40-50°, par l'amalgame de sodium à 3 %. Elle se convertit dans ces conditions en homovératroyl-oxy-homovératrylamine (IV).

La dernière opération, représentée par l'équation (2), a été effectuée en solution xylénique bouillante, et nous a donné avec un rendement de 30 %, une base bien cristallisée, fusible à 147°, et qu'un examen comparatif approfondi nous a montré être identique en tout point à la papavérine de l'opium.

Dans les pages qui suivent, nous donnons quelques détails sur la préparation et les propriétés des substances obtenues au cours de notre travail [1].

I. Préparation de l'isoquinoléine

ω-Formamino-acétophénone

$C_6H_5.CO.CH_2.NH.CHO$

5 gr. de chlorhydrate d'amino-acétophénone sont dissous dans 20 gr. d'acide formique ; la solution est chauffée à l'ébullition pendant 4 heures, puis évaporée à sec au bain-marie. Le résidu est extrait par l'éther ; celui-ci lui enlève une huile jaune brunâtre, qui se solidifie lentement dans le dessiccateur. La substance est purifiée par cristallisation dans un mélange de benzène et d'éther de pétrole. Elle forme de gros prismes applatis et fond à 70-71°. Rendement 1,5 gr.

[1] Pour les analyses, voir A. Gams : Synthèse de la papavérine. Thèse, Genève 1910.

Formaminométhyl-phényl-carbinol

$C_6H_5.CHOH.CH_2.NH.CHO$

1,5 gr. du composé précédent sont dissous dans 10 cm³ d'alcool ; on ajoute un volume égal d'acide formique et on introduit par petites portions 15-20 gr. d'amalgame de sodium à 3 °/₀, en chauffant au bain-marie à 60-70°. La solution est ensuite versée dans l'eau ; il se dépose une huile de couleur rose-pâle, que l'on extrait immédiatement par l'éther. La solution éthérée est évaporée ; elle laisse comme résidu une masse cristalline qui constitue l'alcool secondaire prévu. Sans le purifier ni l'étudier davantage, nous l'avons employé tel quel à l'opération suivante.

Isoquinoléine

1 partie du carbinol est dissoute dans environ 8 parties de toluène ; la solution est additionnée de 5 parties d'anhydride phosphorique et chauffée à l'ébullition, pendant 10-15 minutes dans un bain d'acide sulfurique. On voit alors l'anhydride phosphorique augmenter de volume en devenant pâteux et en se colorant légèrement en jaune. Le toluène surnageant est séparé par décantation et le résidu, qui renferme la base formée à l'état de métaphosphate, est dissous dans l'eau et sursaturé par la potasse. La base, qui se sépare à l'état liquide, est purifiée par distillation à la pression ordinaire. Son analyse, ses propriétés (point de fusion 24-25°, point d'ébullition 240° sous la pression de 730 mm) et les caractères de ses sels (sulfate, picrate, chloraplatinate) l'identifient avec l'isoquinoléine.

II. Préparation de la 1-méthyl-isoquinoléine

ω-Acétamino-acétophénone

$C_6H_5.CO.CH_2.NH.CO.CH_3$

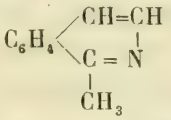
Ce corps prend naissance, selon les indications de *Gabriel*[1], lorsqu'on chauffe le chlorhydrate d'amino-acétophénone avec l'anhydride acétique en présence d'acétate de soude. Nous l'avons préparé de cette manière et purifié par distillation sous pression réduite ainsi que par cristallisation dans le benzène. Il forme de longues aiguilles, fusibles à 86°.

Acétaminométhyl-phényl-carbinol

$C_6H_5.CHOH.CH_2.NH.CO.CH_3$

2 gr. de la cétone précédente, dissous dans 20 cm³ d'alcool absolu, sont réduits par l'amalgame de sodium (18-20 gr.) dans les mêmes conditions que le dérivé formylé. Le produit est précipité par l'eau et recristallisé dans le benzène. Il forme des aiguilles incolores et fond à 104°. Rendement 0,8 gr.

1-Méthyl-isoquinoléine



3 gr. du carbinol, dissous dans 25 cm³ de xylène, sont chauffés avec 15 gr. d'anhydride phosphorique. L'extraction de la base formée a lieu comme dans le cas précédent. On obtient une huile incolore qui bout à 243-245° sous 728 mm de pression, et dont l'ana-

[1] *Berichte* **43**. 1283.

lyse conduit à la formule $C_{10}H_9N$. Nous en avons préparé plusieurs sels (chlorhydrate, sulfate, picrate, bichromate, chloroplatinate) et constaté que leurs propriétés concordent avec celles qui ont été observées par Krauss et par Pomeranz chez les sels de 1-méthyl-isoquinoléine d'autres provenances.

III. Préparation de la 1-phényl-isoquinoléine

ω-Benzamino-acétophénone

$C_6H_5.CO.CH_2.NH.CO.C_6H_5$

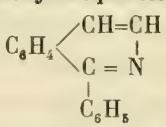
Nous l'avons préparée en dissolvant dans l'eau 3 gr. de chlorhydrate d'amino-acétophénone et en agitant la solution avec 2,5 gr. de chlorure de benzoyle et un peu de soude. Cristallisée dans l'alcool étendu, elle se présente sous la forme d'aiguilles incolores, fusibles à 124°.

Benzaminométhyl-phényl-carbinol

$C_6H_5.CHOH.CH_2.NH.CO.C_6H_5$

0,8 gr. de la cétone sont dissous dans 20 cm³ d'alcool absolu et réduits par l'amalgame de sodium. La solution est évaporée à sec et le résidu repris par une petite quantité d'eau chaude. Par refroidissement le carbinol se dépose en petits cristaux blancs. Son point de fusion est situé à 145°. Rendement 0,5 gr.

1-Phényl-isoquinoléine



Elle prend naissance, avec un rendement de 60 %, lorsque l'on chauffe le carbinol, en solution xylénique,

avec cinq fois son poids d'anhydride phosphorique. Elle cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles incolores. Point de fusion 93°. Point d'ébullition (corr.) 298° sous la pression de 729 mm. Nous en avons préparé quelques sels (chlorhydrate, picrate et chloroplatinate).

IV. Préparation de la 1-benzyl-isoquinoléine

ω-Phénacétylamino-acétophénone

$$C_6H_5.CO.CH_2.NH.CO.CH_2.C_6H_5$$

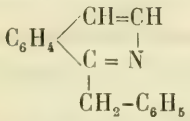
Ce composé a déjà été décrit par *Robinson*[1]. Nous l'avons préparé en faisant agir le chlorure phénylacétique sur le chlorhydrate d'amino-acétophénone en présence de potasse. Purifié par cristallisation dans un mélange de benzène et d'éther de pétrole, il forme de longs prismes incolores, fusibles à 101-101,5°.

Phénacétylaminométhyl-phényl-carbinol

$$C_6H_5.CHOH.CH_2.NH.CO.CH_2.C_6H_5$$

3 gr. de la cétone, réduits par 25 gr. d'amalgame de sodium, nous ont fourni 1,4 gr. de carbinol, que nous avons isolé et purifié de la même manière que le dérivé benzoylé. Il se présente en fines aiguilles, fusibles à 123°.

1-Benzyl-isoquinoléine



Cette base, qui doit être regardée comme la substance-mère dont dérivent tous les alcaloïdes de l'opium,

[1] *Journ. Chem. Soc.* **95.** 2167.

se forme, avec un rendement de 40 °/₀, par l'action de l'anhydride phosphorique sur le carbinol précédent, dans les conditions opératoires indiquées. On la purifie par cristallisation dans l'alcool étendu; elle forme de fines aiguilles incolores. Point de fusion 56°. Point d'ébullition un peu au-dessus de 300°. Nous en avons préparé le chlorhydrate, le chloroplatinate et le picrate.

V. Synthèse de la papavérine

Acétovératrone

$$(CH_3O)_2C_6H_3.CO.CH_3$$

50 gr. de vératrol sont dissous dans 200 gr. de sulfure de carbone. On ajoute 30 gr. de chlorure d'acétyle, puis, par petites portions 30 gr. de chlorure d'aluminium finement pulvérisé. Le liquide se colore en rouge et il se dégage des torrents d'acide chlorhydrique. Une fois la réaction achevée, on chauffe encore quelques instants au bain-marie, puis on ajoute de l'eau, on sépare la couche inférieure et on en chasse le sulfure de carbone par distillation. Le résidu est purifié par lavage à la soude et à l'éther, puis par distillation sous pression réduite (point d'ébullition 206° sous 12 mm.) et par cristallisation dans l'alcool. On obtient ainsi des rhomboëdres volumineux, fusibles à 49-50°.

Isonitroso-acétovératrone

$$(CH_3O)_2C_6H_3.CO.CH : N.OH$$

On dissout 1,5 gr. de sodium dans 30 gr. d'alcool absolu, et on ajoute 10 gr. d'acétovératrone et 8 gr. de nitrite d'amyle. Ce mélange est abandonné à lui-même, dans des vases bien fermés, pendant 2 jours. Il

se prend en une masse cristalline jaune-pâle, qui est le sel sodique du dérivé isonitrosé. Après filtration, lavage à l'éther et dessiccation, ce sel est recristallisé dans l'éther (jolies paillettes jaunes), puis dissous dans un peu d'eau glacée et décomposé par la quantité théorique d'acide acétique. Le dérivé isonitrosé se précipite en fines aiguilles jaune-pâle ; on le purifie par cristallisation dans le chloroforme ou dans l'éther acétique. Point de fusion 131°. Rendement 75 °/₀.

Chlorhydrate d'amino-acétovératrone

$(CH_3O)_2C_6H_3.CO.CH_2.NH_3Cl$

On dissout 30 gr. de chlorure stanneux dans 50 cm³ d'acide chlorhydrique fumant, et on ajoute par petites portions une solution alcoolique concentrée de 10 gr. du dérivé isonitrosé. Le liquide se trouble et il s'y forme un précipité cristallin du chlorostannate d'amino-acétovératrone. Après filtration, celui-ci est redissous dans une grande quantité d'eau et décomposé par l'hydrogène sulfuré. En évaporant ensuite à sec le liquide filtré, on obtient le chlorhydrate, que l'on purifie par cristallisation dans l'alcool étendu ; il forme des cristaux jaunes et brillants, qui fondent à 185°. Nous avons préparé le picrate, le chloroplatinate et le dérivé benzoylé correspondants. La base elle-même est instable ; la soude provoque dans la solution aqueuse du chlorhydrate un précipité qui est blanc au premier moment, mais qui devient immédiatement rouge en se décomposant.

Acide homoprotocatéchique

$(HO)_2C_6H_3.CH_2.COOH$

20 gr. de méthylvanilline sont dissous dans une solution saturée de bisulfite de soude. Au bout de quel-

ques heures le tout se prend en une masse cristalline, constituée par le composé bisulfitique de l'aldéhyde. On filtre les cristaux, on les lave avec une petite quantité d'eau et on les introduit dans une solution de 12 gr. de cyanure de potassium dans 25 cm³ d'eau. La cyanhydrine $(CH_3O)_2C_6H_3.CHOH.CN$ se sépare à l'état d'une huile, qui vient surnager le liquide et se solidifie bientôt en un gâteau cristallin. On pulvérise celui-ci et on le fait bouillir pendant 1 ½ h. avec 5 fois son poids d'acide iodhydrique de densité 1,5. On traite ensuite la solution par l'éther, qui en extrait l'acide homoprotocatéchique. Celui-ci est purifié par cristallisation dans un mélange de benzène et d'éther de pétrole. Il forme de petites aiguilles blanches, fusibles à 127-128°.

Chlorure homovératrique

$(CH_3O)_2C_6H_3.CH_2.COCl$

On dissout dans l'alcool méthylique 1 mol. d'acide homoprotocatéchique, 3 mol. d'iodure de méthyle et 3 mol. de potasse. On chauffe pendant 1 heure cette solution à l'ébullition, puis on y ajoute un peu plus d'une mol. de potasse solide et on chauffe encore pendant une heure (pour saponifier l'éther homovératrique qui s'est formé dans la première phase de l'opération). On chasse ensuite l'alcool par évaporation et on ajoute de l'acide chlorhydrique étendu. L'acide homovératrique $(CH_3O)_2C_6H_3.CH_2.COOH$, se précipite ; on le fait recristalliser dans l'eau chaude ou dans un mélange de benzène et d'éther de pétrole ; dans le premier cas on l'obtient sous la forme de beaux cristaux fusibles à 82° et renfermant de l'eau de cristalli-

sation, dans le second cas à l'état anhydre (point de fusion 98-99°). L'acide, anhydre ou desséché, est mélangé avec la quantité calculée de pentachlorure de phosphore; il se transforme, déjà à froid, en chlorure homovératrique. On chasse l'oxychlorure de phosphore, qui prend simultanément naissance, par distillation sous pression réduite, et on utilise le résidu liquide pour l'opération suivante, sans le soumettre à plus ample purification.

Homovératroyl-amino-acétovératrone

$(CH_3O)_2C_6H_3.CO.CH_2.NH.CO.CH_2.C_6H_3(OCH_3)_2$

4 gr. de chlorure homovératrique sont versés dans une solution aqueuse concentrée de 3 gr. de chlorhydrate d'amino-acétovératrone ; on ajoute un peu de potasse et on agite fortement le mélange. Il s'y forme, au bout de quelque temps un précipité gommeux, qui durcit peu à peu. On le sépare alors par filtration et on le purifie par cristallisation dans le benzène. On obtient ainsi de petites paillettes blanches, qui fondent à 142°. Rendement 3,2 gr.

Homovératroyl-oxy-homovératrylamine

$(CH_3O)_2C_6H_3.CHOH.CH_2.NH.CO.CH_2.C_6H_3(OCH_3)_2$

2 gr. du composé précédent sont réduits, en solution alcoolique, au moyen de 12 gr. d'amalgame de sodium à 3 %, à la température de 40-50°. Le produit est précipité par l'eau et cristallisé dans le benzène. Il forme des aiguilles blanches, fusibles à 124°. Rendement 1 gr.

Papavérine

$$(CH_3O)_2C_6H_2.CH:CH.N:C.CH_2.C_6H_3(OCH_3)_2$$

L'homovératroyl-oxy-homovératrylamine (1 partie) est dissoute dans du xylène et la solution chauffée à l'ébullition avec de l'anhydride phosphorique (5 parties) ; ce dernier se boursouffle et se transforme en une masse demi-liquide jaune clair. Après avoir décanté le xylène, on traite cette masse par un peu d'eau, on filtre la solution et on l'additionne de soude concentrée en excès. Il se forme un trouble laiteux, qui fait bientôt place à un dépôt de petites aiguilles presque incolores ; on filtre celles-ci et on les purifie par cristallisation dans l'alcool dilué ou, mieux encore, dans un mélange de chloroforme et d'éther de pétrole. Nous avons obtenu 0,8 gr. de produit purifié à partir de 2,6 gr. d'homovératroyl-oxy-homovératrylamine, ce qui correspond à 30 °/₀ du rendement théorique.

Analyse : 0,1701 gr. de subst. ont donné 0,4405 gr. CO_2 et 0,0952 gr. H_2O

	Trouvé	Calculé pour $C_{20}H_{21}NO_4$
C	70,63 °/₀	70,80 °/₀
H	6,22	6,19

Les propriétés de ce corps concordent exactement avec celles de la papavérine de l'opium.

Son point de fusion est situé, comme celui de l'alcaloïde naturel, à 147°. Le mélange des deux bases en parties approximativement égales fond aussi à 147°.

L'alcaloïde synthétique est, comme celui de l'opium, insoluble dans l'eau et dans l'éther de pétrole, peu soluble dans le benzène et dans l'éther, assez so-

luble à froid dans l'alcool. Il se dissout abondamment dans le chloroforme.

La solution sursaturée de la base synthétique dans l'alcool dilué cristallise instantanément par introduction d'une parcelle de papavérine naturelle.

Les deux bases se comportent exactement de même vis-à-vis des principaux réactifs des alcaloïdes, ainsi que le montre le tableau suivant :

	Papavérine naturelle	Papavérine synthétique
Acide sulfurique concentré pur.	Pas de coloration à froid. Lorsqu'on chauffe la solution, elle se colore d'abord (vers 110°) en rose clair, puis fonce de plus en plus. A 200° elle est violet foncé. Cette coloration persiste après le refroidissement. Elle disparaît par addition d'eau.	Phénomènes identiques, tant au point de vue des nuances qu'à celui des températures où ces nuances changent.
Réactifs d'Erdmann, de Fröhde, de Labat et de Mandelin.	Pas de coloration à froid.	Idem.
Réactif de Lafon.	Coloration bleu verdâtre pâle, passant peu à peu au brun.	Idem.
Réactif de Marquis.	Coloration violet rosé pâle passant lentement au brun.	Idem.

La même identité se retrouve chez les sels :

Le *sel de platine* de la papavérine naturelle fond, d'après Goldschmiedt, à 198° ; nous avons observé un

point de fusion un peu plus bas, soit 196° (non corrigé). Le chloroplatinate de la base synthétique a le même aspect et fond à 194,5°. Le mélange des deux sels fond à 195°.

Selon Goldschmiedt, le *picrate* de papavérine, cristallisé dans l'alcool, forme des tables jaunes, fusibles à 179°. Nous avons trouvé un chiffre plus élevé, soit 183°. Le picrate de la base synthétique présente la même forme cristalline et fond à 183°. Le mélange des deux sels entre également en fusion à 183°.

Le *picrolonate* de la papavérine de l'opium n'a pas encore été décrit ; nous l'avons préparé en mélangeant, en solution alcoolique diluée, le chlorhydrate de papavérine et l'acide picrolonique. Le sel se sépare sous la forme d'un précipité jaune pâle. Il est peu soluble dans l'alcool, même bouillant, et s'y dépose par refroidissement en aiguilles presque incolores, fusibles à 220°. La papavérine synthétique se comporte de la même façon. Son picrolonate fond à 221°. Le mélange des deux sels fond à 220°.

Genève, Laboratoire de chimie organique de l'Université.

SUR LE

PLISSEMENT DU SOL

DE L'EUROPE CENTRALE

AUX DIFFÉRENTS AGES GÉOLOGIQUES

PAR

L. ROLLIER

La périodicité du plissement de l'écorce terrestre a été mise en lumière à la suite des systèmes de soulèvements d'Elie de Beaumont et l'on reconnaît de plus en plus que ce phénomène est la cause des changements constatés dans la distribution des terres et des mers aux différentes époques géologiques. Toutefois les transgressions et régressions lentes des mers reposent moins directement sur les mouvements orogéniques que sur les affaissements lents de l'écorce terrestre et des cuvettes océaniques. Le plissement des chaînes de montagnes représente des phases de déformations plus intenses, des contractions de l'écorce terrestre, dont les causes nous sont encore peu connues mais qui accompagnent généralement les grandes périodes d'activité volcanique. Cela ne veut pas dire que les éruptions volcaniques doivent être considérées comme étant la

cause du plissement des montagnes, mais on comprend bien que ces deux phénomènes puissent être concomitants. Il n'est pas nécessaire non plus, ni même possible de supposer qu'à l'instar des phénomènes volcaniques, le plissement du sol soit lent et continu. Au contraire, les intervalles constatés entre la plupart des mouvements orogéniques démontrent que les phases de repos sont d'une durée beaucoup plus considérable que celles de l'action orodynamique. Il est notoire que durant les temps triasiques et jurassiques, comme durant le vrai Carbonique, les montagnes alors existantes ont traversé plutôt des périodes d'érosion que des périodes orogéniques. De même, personne jusqu'ici n'a pu constater que la période actuelle puisse être considérée autrement que comme une période de repos dans le plissement du sol.

Cela posé, il n'est pas rationnel de supposer avec quelques auteurs contemporains que les phénomènes de ridement de l'écorce terrestre aient été, au cours des différents âges géologiques, localisés dans certaines régions, pour subir des déplacements lents et continus, de manière à ajouter successivement des plis à d'autres plis, dans certaines directions. Il semble, au contraire, que les régions offrant, à certaines époques, les conditions nécessaires au plissement aient été plissées en un temps relativement court et dans un seul mouvement, jusqu'à rendre stable et rigide la portion de l'écorce terrestre qui avait jusque là possédé une certaine flexibilité. Cela ne veut pas dire que la même chaîne de montagnes n'ait pas pu subir en tout ou en partie, et à plusieurs reprises, des phénomènes orogéniques ou des dislocations diverses. Mais il n'est pas possible de

montrer, dans les contrées bien étudiées géologiquement, un déplacement lent du plissement et de l'érosion du sol, accompagné de phénomènes de regressions et de transgressions marines. Ces trois derniers phénomènes seuls sont lents, tandis que le premier est relativement rapide. Tel est le plissement de l'Ardenne à la fin du Carbonique, celui des Pyrénées à la fin de l'Eocène, celui du Jura à la fin du Miocène, etc. Il n'en est pas autrement du plissement des Alpes, pour autant que l'on considère les mouvements postmiocènes dits alpins, mais il y a dans les Alpes des mouvements antérieurs et faisant partie de chaînes plus anciennes, délimitées et orientées différemment (Dinarides, etc.). Pour s'y reconnaître, il faut donc distinguer les systèmes de plissement d'après les époques géologiques auxquelles ils ont pris naissance, et auxquelles ils ont posé une sorte de point final. Il vaut en tout cas la peine de constater l'influence qu'ils ont eue sur le régime hydrographique climatérique des anciens continents, comme aussi sur la formation des terrains subséquents. Les faunes et les flores ont été influencées tout naturellement par leur apparition. Dans cet ordre d'idées, il importe de bien fixer les noms des systèmes reconnus jusqu'ici dans nos contrées du centre de l'Europe. MM. Suess et Marcel Bertrand ont ouvert la voie dans cette nomenclature, mais elle n'est pas encore développée suffisamment pour pouvoir servir à classer systématiquement tous les mouvements orogéniques constatés jusqu'ici.

Dans les montagnes du centre de l'Europe, on n'a pas démontré l'existence de *plissements huroniens* ou posttaconiques et de *plissements calédoniens* ou post-

siluriques, comme dans le nord de l'Écosse ; cela ne veut pas dire qu'ils y manquent. Il se peut même qu'il y en ait d'autres, comme celui du Cambrien de l'Ardenne, que l'on n'a pas encore nommés, parce que leur âge n'est pas sûrement déterminé. De même, dans les Alpes, les plis des gneiss, micaschistes, etc. ne révèlent pas un âge précis, parce que les roches cristallines n'enserrent pas des roches sédimentaires primaires sûrement déterminées. Ils sont peut-être hercyniens, c'est-à-dire postcarboniques.

A ce sujet, il convient de faire une distinction. Et tout d'abord il ne faut pas comprendre dans le même ordre d'idées la chaîne armoricaine-hercynienne-variscique de Suess et de Bertrand avec les *plissements hercyniens*. La première est une conception paléogéographique locale, tandis que les plissements hercyniens sont l'ensemble de tous les plis du globe formés à la même date que la chaîne hercynienne. Il doit en être de même pour les autres acceptions dont il nous reste à parler. Puis il semble juste de restreindre les plis hercyniens à ceux qui ont affecté la chaîne hercynienne à la fin du Houiller proprement dit, c'est-à-dire après le dépôt du Westphalien (Sudetische Stufe de Frech) et non pas les étendre à ceux qui affectent le Paléodyas (étage de Saarbrücken, Stéphanien, Autunien, etc.) ou même le Permien (Néodyas). Les plissements hercyniens sont donc ceux qui ont affecté l'Ardenne et le bassin houiller franco-belge, et non pas ceux qui ont plissé le Dyas de Saarbrücken et de la Thuringe. Il est par contre nécessaire de réserver à ces derniers le nom de *plissements varisciens* (ou varistiens) qui ont été à tort réunis aux plis hercyniens.

On les retrouve dans les Alpes, sous la Dent de Morcles, au Tödi, etc., où ils affectent le Stéphanien et même le Verrucano (Permien). Les plis varisciens existent aussi au pied des Vosges, aux abords du petit synclinal dyasique de Ronchamp, tandis que le soubassement des Vosges est un assemblage de plis plus anciens (hercyniens ?) arasés, dirigés E.-W. ou S.E.-N.W., perforés par les roches éruptives datant de la fin du Paléozoïque (Westphalien) ou du commencement du Dyas. Le Trias, qui commence avec le Grès vosgien, recouvre en discordance le Permien et la pénéplaine primaire (paléozoïque). Ses couches sont le plus souvent horizontales, tout en formant l'ensemble du voussoir des Vosges, qui est faillé dans les deux versants E. et W., suivant une direction parallèle au massif et aux vallées du Rhin et de l'Ognon (plus correctement : le Lognon, de *Lignum flumen*).

Durant le Triasique et le Jurassique, on ne connaît pas de plissements en Europe, sauf peut-être quelques irrégularités mal connues, signalées par C. Struckmann au Bielstein dans le Deister (Hannovre). Voir *Jahresber. nat. Gesell.* Hannover 1879. Mais dès la fin du Hils ou Crétacique inférieur, il y a des mouvements orogéniques d'une certaine importance qui se dessinent dans le Harz, surtout dans la région du Hils et de l'Ith (Hannovre) et dans le sud de l'Angleterre, à l'W. de Weymouth, dans les Black Downs (*Transact. Cambridge philos. Society*, vol. 9, p. 555). Il est probable qu'on pourra les retrouver ailleurs, et même dans les Alpes.

Ainsi la chaîne alpine et la chaîne hercynienne contiennent bien autre chose que des plissements alpins

et des plissements hercyniens. La conception d'une chaîne vindélicienne due à Studer et à Gümbel est sans doute de même assez complexe. Ce que l'on a supposé à son égard et ce que l'on peut admettre d'après les galets, les blocs et les môles qui s'en sont détachés à partir du Crétacique et qui sont inclus dans les Couches rouges, les Marnes turoniennes, sénoniennes, etc., c'est qu'elle était située sur l'emplacement actuel des Poudingues miocènes subalpins et sur le prolongement de la Forêt de Bohême vers la région d'Augstbourg (*Augusta Vindelicorum*). Comme elle a été en grande partie disloquée par des phénomènes inconnus, peut-être laccolithiques, puis comme elle s'est effondrée, il n'est pas possible de l'analyser autrement que sur les débris qui subsistent. Tout ce que l'on peut dire, c'est que ses plis les plus récents, dans les klippes ou môles, sont postcrétaciques, mais il est possible qu'elle en ait subi de plus anciens. Nous appellerons donc *plissements vindéliciens* ceux qui affectent encore les terrains crétaciques, mais pas l'Eocène. Puis ces plis doivent naturellement exister, non seulement dans la chaîne vindélicienne effondrée et recouverte par la Molasse, mais encore dans les régions adjacentes qui constituent aujourd'hui les Préalpes romandes, le Rhæticon, etc.

Les plissements postéocènes sont surtout connus dans les Pyrénées, car il est de toute probabilité que le Poudingue de Palassou est oligocène. Sa nappe, à peu près horizontale et discordante contre l'Eocène et les terrains plus anciens, montre qu'elle a été formée au dépens des *plis pyrénéens*. Le Poudingue des Voirons, à petites Nummulites est approchant du même

âge, mais les plis pyrénéens n'ont pas encore été constatés sûrement dans les Alpes. On ne connaît pas non plus de plissements postoligocènes et prémiocènes, bien qu'ils puissent être admis théoriquement dans les Alpes. Les *plissements alpins* avec leurs chevauchements considérables (nappes des Alpes de Glaris, etc.) constituent les dislocations les plus importantes de la chaîne des Alpes et de ses ramifications (Alpides de M. Suess). Il n'est pas possible de leur assigner un âge autre que postmiocène et prépliocène.

Nous avons donc en résumé les phases suivantes dans le plissement de l'écorce terrestre, pour les régions les mieux connues jusqu'à présent :

Plissements huroniens, c'est-à-dire posttaconiques (nord de l'Europe et de l'Amérique).
» *calédoniens*, c'est-à-dire postsiluriques (Ecosse, etc).
» *hercyniens*, c'est-à-dire postcarboniques et prédyasiques (Harz, Eifel, Ardenne, etc.).
» *varisciens*, c'est-à-dire postdyasiques et prétriasiques (Saarbrücken, etc.).
» inconnus à la fin du Trias.
» inconnus à la fin du Jurassique.
» peu connus à la fin du Hils et avant le Crétacique proprement dit (Weserkette).
» *vindéliciens*, c'est-à-dire postcrétaciques et prétertiaires (Préalpes suisses, etc.)
» *pyrénéens*, c'est-à-dire postéocènes ou préoligocènes (Pyrénées françaises).
» peu connus à la fin de l'Oligocène.
» *alpins*, c'est-à-dire postmiocènes ou prépliocènes (Alpides).

Il faut ajouter les *plissements archéens* qui n'affectent jamais les terrains sédimentaires pas même les plus anciens (Taconique, Précambrien, Algonkien, etc.), et seulement les terrains cristallins sous-jacents (grand Canion du Colorado). Ce sont les plus anciens plis de la lithosphère terrestre, créés avant la condensation des eaux atmosphériques et sur lesquels s'est précipité le premier océan terrestre pour commencer les phénomènes sédimentaires.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1909

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

R. GAUTIER

Professeur et directeur de l'Observatoire de Genève.

I. Introduction.

Il n'y a pas, en 1909, de changements à signaler dans la publication des tableaux météorologiques mensuels. Il en est de même pour le résumé annuel, qui ne diffère pas des précédents. Tous ses tableaux contiennent *treize* mois, de décembre 1908 à décembre 1909, afin que les moyennes annuelles correspondent à la fois à l'*année météorologique* et à *l'année civile*. Seul le tableau V, fournissant les températures de cinq en cinq jours à Genève, n'a été établi, comme précédemment, que pour l'année civile.

L'ordre des matières traitées dans ce résumé reste le même que dans les résumés antérieurs. Après quelques indications de portée générale, les différents éléments météorologiques sont passés en revue dans l'ordre accoutumé : *température*, *pression atmosphérique*,

humidité de l'air, *vents*, *pluie* et *neige*, *nébulosité* et *durée d'insolation* à Genève.

A *l'observatoire de Genève*, les observations météorologiques directes se font toujours de trois en trois heures, à partir de 7 h. du matin jusqu'à 10 h. du soir. Les instruments enregistreurs fournissent en outre les valeurs de la plupart des éléments météorologiques à 1 h. et à 4 h. du matin. Les moyennes diurnes de ces éléments reposent donc sur *huit* observations trihoraires. L'observation supplémentaire de 9 h. du soir a été utilisée, avec celles de 7 h. du matin et de 1 h. du soir, pour obtenir des moyennes spéciales de la température qui soient directement comparables à celles du *Grand Saint-Bernard*, où les observations ne se font plus qu'à ces trois heures-là depuis 1902, comme dans toutes les autres stations de la Suisse.

Les *valeurs normales* des différents éléments météorologiques sont empruntées, pour *Genève*, aux « Nouvelles études sur le climat de Genève », d'Émile Plantamour, où étaient utilisées toutes les observations faites jusqu'en 1875. Pour le *Grand Saint-Bernard*, les valeurs normales sont fournies par les moyennes des 27 années, 1841-1867, calculées aussi par Plantamour.

Les tableaux mensuels des observations météorologiques faites à l'observatoire de Genève et au Grand Saint-Bernard et publiés dans les *Archives* sont, comme les années précédentes, établis chaque mois à l'observatoire par les soins de M. Émile Schær, astronome-adjoint ; les tableaux de ce résumé-ci ont été préparés par M. H. Duaime ; j'exprime à tous deux ma reconnaissance pour leur collaboration.

Les observations ont toutes été faites à l'HEURE LOCALE seule indiquée. Pour la transformer en temps moyen de l'Europe centrale, il faut ajouter 35 minutes aux instants des observations de Genève et 30 minutes à celles du Grand Saint-Bernard.

En fait de nouveauté il n'y a à signaler que l'installation d'un nouvel héliographe du système Campbell qui a été gracieusement prêté à l'observatoire de Genève par le Bureau météorologique central de Zurich. Cet appareil, d'un modèle un peu plus grand que l'ancien, a été installé à côté de celui-ci au mois de janvier 1909. Il est sensiblement plus sensible et fournit par conséquent des durées d'insolation supérieures. J'aurai l'occasion d'y revenir dans le paragraphe VIII.

II. TEMPÉRATURE.

Les résultats généraux des observations thermométriques sont consignés dans dix tableaux de chiffres à propos desquels j'ai quelques remarques à faire.

1° *Moyennes générales de la température. — Écarts.*

Le *tableau I* fournit, pour *Genève*, toutes les valeurs moyennes des températures, de trois en trois heures à partir de 1 h. du matin, puis la *température moyenne des mois, des saisons et de l'année* (météorologique et civile), moyennes des huit moyennes trihoraires, enfin les *minima* et les *maxima* moyens. Les températures des heures de nuit, 1 h. et 4 h. du matin, ont été relevées, comme précédemment, sur les diagrammes du thermographe Richard, grand modèle, qui a fonctionné sans accroc toute l'année.

I. Température. GENÈVE, 1909.

PÉRIODE	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1908.	+ 0.64	+ 0.51	- 0.09	+ 0.83	+ 2.82	+ 2.35	+ 1.43	+ 0.95	+ 1.18	- 1.23	+ 3.84
Janv. 1909	- 2.59	- 2.82	- 3.00	- 1.47	0.80	0.66	- 0.53	- 1.54	- 1.29	- 4.71	2.01
Février . .	- 2.01	- 2.85	- 3.29	- 1.40	1.15	1.57	+ 0.25	- 0.89	- 0.93	- 4.37	2.73
Mars . . .	+ 0.95	+ 0.33	+ 0.20	+ 3.39	5.28	5.39	3.50	+ 2.52	+ 2.70	- 0.98	6.83
Avril . . .	7.41	6.01	6.98	11.11	13.65	14.23	11.72	9.52	10.08	+ 4.72	16.07
Mai	9.72	8.28	10.69	13.17	16.19	17.30	15.29	12.25	12.86	7.54	18.56
Juin. . . .	12.09	10.88	13.35	16.23	18.23	18.53	16.07	13.80	14.90	10.15	20.64
Juillet. . .	13.59	12.25	14.96	18.07	19.95	20.67	18.76	15.87	16.77	11.35	22.70
Août . . .	14.52	13.44	15.06	18.81	21.19	22.06	19.93	16.80	17.73	12.43	23.47
Septembre	11.06	9.91	10.68	14.97	17.44	17.69	15.24	12.76	13.72	9.09	19.50
Octobre. .	8.98	8.60	9.07	12.05	14.27	13.97	11.72	9.85	11.06	7.46	15.78
Novembre	2.57	1.93	2.03	4.06	6.14	5.69	4.12	3.11	3.71	0.70	6.95
Décembre.	4.09	3.73	3.45	4.17	5.40	4.61	4.26	4.03	4.22	1.59	7.28
Hiver . . .	- 1.23	- 1.68	- 2.08	- 0.66	+ 1.61	+ 1.53	+ 0.39	- 0.48	- 0.33	- 3.41	+ 2.86
Printemps	+ 6.01	+ 4.86	+ 5.95	+ 9.20	11.69	12.29	10.15	+ 8.08	+ 8.53	+ 3.75	13.80
Été	13.42	12.21	14.47	17.72	19.81	20.44	18.28	15.51	16.48	11.32	22.29
Automne .	7.55	6.84	7.28	10.38	12.64	12.45	10.37	8.59	9.51	5.77	14.10
Année mét.	6.47	5.59	6.45	9.21	11.49	11.73	9.85	7.97	8.60	4.40	13.32
» civile	6.77	5.86	6.75	9.49	11.70	11.93	10.09	8.23	8.85	4.64	13.61

II. Température. GENÈVE, 1909.

PÉRIODE	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Température moyenne $\frac{7+1+9}{3}$	Température moyenne $\frac{7+1+2\times9}{4}$
	°	°	°	°	°
Décembre 1908..	- 0.09	+ 2.82	+ 1.08	+ 1.27	+ 1.22
Janvier 1909 ...	- 3.00	0.80	- 1.31	- 1.17	- 1.20
Février	- 3.29	1.15	- 0.61	- 0.92	- 0.84
Mars	+ 0.20	5.28	+ 2.78	+ 2.75	+ 2.76
Avril	6.98	13.65	10.26	10.30	10.29
Mai	10.69	16.19	13.23	13.37	13.33
Juin.....	13.35	18.23	14.57	15.38	15.18
Juillet.....	14.96	19.95	16.69	17.20	17.07
Août.....	15.06	21.19	17.72	17.99	17.92
Septembre	10.68	17.44	13.53	13.88	13.79
Octobre.....	9.07	14.27	10.36	11.23	11.01
Novembre,.....	2.03	6.14	3.44	3.87	3.76
Décembre.....	3.45	5.40	4.09	4.31	4.26
Hiver.....	- 2.08	+ 1.61	- 0.27	- 0.25	- 0.25
Printemps.....	+ 5.95	11.69	+ 8.74	+ 8.79	+ 8.78
Eté.....	14.47	19.81	16.35	16.88	16.75
Automne.....	7.28	12.64	9.13	9.68	9.54
Année météorol.	6.45	11.49	8.53	8.82	8.75
» civile...	6.75	11.70	8.79	9.08	9.01

Le *tableau II* pour *Genève* et le *tableau III* pour le *Grand Saint-Bernard* donnent les valeurs moyennes des températures des différentes périodes pour les trois observations de 7 h. du matin, 1 h. et 9 h. du soir, puis les températures moyennes des mêmes périodes calculées sur les deux formules employées par le bureau central météorologique suisse : *a*) en prenant la moyenne arithmétique des trois températures moyennes diurnes ; *b*) en attribuant un poids double à l'observation de 9 h. du soir. Ce sont, du reste, ces dernières moyennes qui ont servi pour la comparaison des deux stations. Le travail de comparaison fait en 1901 pour les deux stations du Grand Saint-Bernard a montré en effet que la

III. Température. GRAND SAINT-BERNARD, 1909.

PÉRIODE	7. h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Températ. moyenne $\frac{7+1+9}{3}$	Températ. moyenne $\frac{7+1+2\times9}{4}$	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1908.	- 8.82	- 7.20	- 8 74	- 8.26	- 8.37	-10.7	- 6.2
Janv. 1909	- 9.47	- 7.45	- 9.31	- 8.74	- 8.88	-12.1	- 6.7
Février . . .	-12.77	- 9.78	-12.04	-11.53	-11.66	-15 5	- 9.2
Mars . . .	-11.67	- 8.17	-11.17	-10.34	-10.55	-13.8	- 7.1
Avril . . .	- 2.53	+ 1.31	- 2.52	- 1.25	- 1.57	- 4.6	+ 2.6
Mai	- 0.97	3.30	- 0.16	+ 0.72	+ 0 50	- 2.4	4.5
Juin. . . .	+ 0.54	3.60	+ 0.96	1.70	1.51	- 0.5	4.6
Juillet. . .	3.44	7.12	4.23	4.93	4.76	+ 1.8	8.5
Août . . .	5.03	9.36	6.10	6.83	6.65	3.8	10.5
Septembre	+ 0.94	3.82	1.67	2.14	2.02	+ 0.2	4.4
Octobre. .	- 0.47	+ 1.92	+ 0.12	+ 0.52	+ 0.42	- 1.4	+ 2.8
Novembre.	- 7.27	- 4.71	- 6.65	- 6.21	- 6.32	- 8.9	- 3.8
Décembre.	- 7.64	- 6.11	- 7.26	- 7.00	- 7.07	- 9.4	- 5.3
Hiver. . .	-10.27	- 8.09	- 9.96	- 9.44	- 9.57	-12.7	- 7.3
Printemps	- 5.08	- 1.21	- 4.64	- 3.65	- 3.89	- 7.0	0.0
Été	+ 3.03	+ 6.73	+ 3.79	+ 4 51	+ 4.33	+ 1.7	+ 7.9
Automne	- 2.25	+ 0.36	- 1.60	- 1.17	- 1.27	- 3.4	+ 1.1
Ann. mét.	- 3.61	- 0.52	- 3 07	- 2.40	- 2.57	- 5.3	+ 0.4
» civile	- 3.51	- 0.42	- 2.94	- 2.29	- 2.45	- 5.2	+ 0.5

deuxième formule donne des chiffres qui se rapprochent sensiblement plus des moyennes résultant d'un plus grand nombre d'observations diurnes. Le tableau III contient en outre les *minima* et les *maxima* moyens pour la station du Grand Saint-Bernard.

Le *tableau IV* donne les *écarts* entre les températures moyennes des différentes périodes et les valeurs normales. Pour *Genève* il y a deux séries d'écarts, correspondant l'une aux températures du tableau I et l'autre à celles du tableau II calculées par la deuxième formule. La dernière colonne du tableau IV donne la différence entre les écarts de Genève et du Grand

IV. ÉCARTS AVEC LES TEMPÉRATURES NORMALES, 1909.

PÉRIODE	Genève		Grand St-Bernard	Différence entre les deux stations
	Moyenne des 8 obs.	$\frac{7+1+2\times9}{4}$	$\frac{7+1+2\times9}{4}$	
	°	°	°	°
Décembre 1908..	+ 0.38	+ 0.42	- 0.78	+ 1.20
Janvier 1909....	- 1.21	- 1.12	+ 0.16	- 1.28
Février.....	- 2.53	- 2.44	- 3.05	+ 0.61
Mars.....	- 1.90	- 1.84	- 3 23	+ 1.39
Avril	+ 1.11	+ 1.32	+ 1.70	- 0.38
Mai.....	- 0.34	+ 0.13	- 0.01	+ 0.14
Juin	- 1.91	- 1.63	- 2.58	+ 0.95
Juillet.....	- 2.04	- 1.74	- 1.40	- 0.34
Août.....	- 0.18	+ 0.01	+ 0.67	- 0.66
Septembre.....	- 0.94	- 0.87	- 1.30	+ 0.43
Octobre.....	+ 1.18	+ 1.13	+ 0.90	+ 0.23
Novembre	- 0.84	- 0.79	- 1.02	+ 0.23
Décembre.....	+ 3.42	+ 3.46	+ 0.52	+ 2.94
Hiver	- 1.08	- 1.00	- 1.17	+ 0.17
Printemps.....	- 0.39	- 0.14	- 0.53	+ 0.39
Eté	- 1.37	- 1.10	- 1.09	- 0.01
Automne	- 0.19	- 0.16	- 0.45	+ 0.29
Année météorol.	- 0.75	- 0.60	- 0.81	+ 0.21
» civile....	- 0.50	- 0.34	- 0.69	+ 0.35

Saint-Bernard, écarts correspondant aux températures calculées d'après cette même formule.

Contrairement aux deux années précédentes qui avaient été voisines de la normale, *l'année météorologique* 1909 a été une année froide à *Genève*, et *l'année civile* aussi, quoique à un moindre degré, à cause du très chaud mois de décembre 1909 qui a été encore plus chaud que celui de l'année 1907. Au *Saint-Bernard*, il en a été de même, aussi bien pour l'année météorologique que pour l'année civile.

Aux deux stations les quatre *saisons* sont en déficit de température, l'hiver[1] et l'été surtout, de plus d'un

[1] Une note du soussigné intitulée « L'hiver de 1909 et quelques hivers rigoureux à Genève » a paru dans le *Globe*, organe de la Société de Géographie de Genève, *Mémoires*, p. 35 à 61.

degré. Les écarts négatifs les plus forts se constatent en février, en mars, en juin et en juillet. Seuls les deux mois de décembre et ceux d'avril et d'octobre présentent des écarts positifs à *Genève*. Au *Grand Saint-Bernard* les écarts positifs se manifestent en janvier, avril, août, octobre et décembre 1909 ; mais ce dernier est peu supérieur à la moyenne.

Le mois le plus froid a été janvier à Genève, comme c'est le cas en général; au *Saint-Bernard* c'est février. Le mois le plus chaud a été août aux deux stations. L'amplitude annuelle, août—janvier, à Genève, est de 19°.02, inférieure à celle de l'année précédente et très voisine de la normale juillet—janvier. Au Saint-Bernard l'amplitude annuelle, août—février, est de 18°.31, très supérieure à celle de l'année 1908 et à la moyenne juillet—janvier (15°.20).

2° *Température de cinq en cinq jours à Genève.*

Le *tableau V* fournit les températures moyennes par *pentades* et, comme précédemment, pour *l'année civile* seule, du 1er janvier au 31 décembre 1909. A côté des températures, figure l'*écart* avec les températures calculées d'après la formule déduite par Plantamour de l'étude des cinquante années de 1826 à 1875. Lorsque l'écart observé dépasse la limite de l'écart probable calculé, et constitue ainsi une *anomalie*, le chiffre de l'écart est mis entre parenthèses dans le tableau.

Des 73 pentades, 42 présentent un écart négatif et 31 seulement un écart positif. Il fallait s'y attendre, puisque l'année est froide. Il en est de même pour

V. Température de 5 en 5 jours. Genève, 1909.

Date	Température moy.	Différence avec la normale	Date	Température moy.	Différence avec la normale
	°	°		°	°
1- 5 Janvier	- 4.28	(-4.02)	30- 4 Juillet	+13.42	(-4.86)
6-10 id.	- 3.25	(-2.93)	5- 9 id.	14.49	(-4.05)
11-15 id.	+ 3.98	(+4.28)	10-14 id.	12 87	(-5.86)
16-20 id.	+ 1.13	+1.33	15-19 id.	18.16	-0.69
21-25 id.	- 2.05	-2.02	20-24 id.	20 81	(+1.91)
26-30 id.	- 3.11	(-3.32)	25-29 id.	19.07	+0.20
31- 4 Février	- 0.32	-0.83	30- 3 Août	18.32	-0.45
5- 9 id.	+ 1.67	+0.80	4- 8 id	17.12	-1.47
10-14 id.	+ 0.59	-0.69	9-13 id.	19 65	+1.30
15-19 id.	- 2.38	(-4.12)	14-18 id.	20.36	(+2.33)
20-24 id.	- 1.47	(-3.70)	19-23 id.	15.93	(-1.72)
25- 1 Mars	- 4.26	(-7.02)	24-28 id.	15.67	-1.54
2- 6 Mars	- 1.61	(-4.93)	29- 2 Septemb.	15.28	-1.42
7-11 id.	+ 1.93	(-1.97)	3- 7 id.	13.43	(-2.70)
12-16 id.	1.19	(-3.31)	8-12 id.	15.60	+0.08
17-21 id.	2.05	(-3.08)	13-17 id.	13.51	-1.34
22-26 id.	7.33	+1.56	18-22 id.	13.17	-0.96
27-31 id.	6.37	-0.06	23-27 id.	13.85	+0.48
1- 5 Avril	4.55	(-2.55)	28- 2 Octobre	12.85	+0.28
6-10 id.	8 74	+0.95	3- 7 id.	15.52	(+3.78)
11-15 id.	10.38	(+1.89)	8-12 id.	10.84	-0.04
16-20 id.	12.94	(+3.75)	13-17 id.	10.99	+0.9[illegible]
21-25 id.	13.62	(+3.71)	18-22 id.	10.82	(+1.71)
26-30 id.	10.25	-0.38	23-27 id.	8.05	-0.16
1- 5 Mai	6.71	(-4.64)	28- 1 Novemb.	9.00	(+1.68)
6-10 id.	10.87	-1.20	2- 6 id.	7.09	+0.65
11-15 id.	13.13	+0.35	7-11 id.	3.54	(-2.03)
16-20 id.	14 61	+1.12	12-16 id.	4.88	+0.14
21-25 id.	18.38	(+4.21)	17-21 id.	+ 3 28	-0.67
26-30 id.	12.77	(-2.06)	22-26 id.	- 0.16	(-3.36)
31- 4 Juin	17.88	(+2.42)	27- 1 Décemb.	+ 2.80	+0.29
5- 9 id.	14.36	-1.70	2- 6 id.	7.31	(+5.43)
10-14 id.	12.63	(-3.98)	7-11 id.	+ 1.65	+0.33
15-19 id.	15.22	(-1.90)	12-16 id.	- 0.48	-1.32
20-24 id.	16.40	(-1.16)	17-21 id.	+ 4.19	(+3.75)
25-29 id.	13.97	(-3.99)	22-26 id.	8.32	(+8.20)
			27-31 id.	4.11	(+4.22)

les 38 pentades qui dépassent la limite d'écart probable (entre parenthèses) ; 23 écarts négatifs et 15 positifs. Les premiers sont particulièrement marqués en février-mars et en juin-juillet, mois froids; les autres en avril et en décembre, mois chauds.

La plus longue période de chaud relatif est, cette année, en avril, elle est seulement de quatre pentades, du 6 au 25 avril. Il y a bien eu six pentades trop chaudes, au très chaud mois de décembre, mais elles sont coupées, par une pentade légèrement trop froide en deux séries de trois. Les séries trop froides sont plus longues : une de huit pentades, du 10 février au 21 mars, et une de neuf pentades du 5 juin au 19 juillet.

La pentade la plus froide, absolument parlant, est la première, du 1er au 5 janvier, avec — 4°.28. Mais, au point de vue relatif, la plus froide est la 12me, du 25 février au 1er mars, avec — 4°.26 et un écart de — 7°.02. Il y a aussi une série de forts écarts négatifs du 25 juin au 14 juillet, pendant la période très froide qui a caractérisé l'été de 1909.

La pentade la plus chaude est la 41me, du 20 au 24 juillet, avec 20°.81. Mais, au point de vue relatif, la plus chaude a été la 72me, du 22 au 26 décembre, avec 8°.32 et un écart de + 8°.20. Cette pentade comprend le jour le plus exceptionnellement chaud que l'on ait eu en décembre à Genève depuis 1826 : le 23 décembre avec une température moyenne de 14°.90 et un maximum de 20°.8.

La plus forte hausse de température, + 7°.23, a eu lieu en janvier, entre la 2me et la 3me pentade. — La plus forte baisse de température, — 5° 61, a eu lieu en mai, entre le 29me et la 30me pentade.

3° *Moyennes diurnes. — Anomalies.*

Le *tableau VI* fournit la classification des jours de l'année à *Genève*, suivant leurs températures moyennes et conformément à la terminologie introduite par Plantamour. Il en résulte que, dans l'année météorologique 1909, il y a eu 61 jours dont la température moyenne a été au-dessous de zéro, dont seulement sept *jours très froids* en hiver. Il y en avait eu 34 en 1908, 51 en 1907, 40 en 1906, 32 en 1905, 41 en 1904, 37 en 1903, 31 en 1902 et 33 en 1901. — Il n'y a pas eu de *jour très chaud* cette année.

Le *tableau VII* fournit une classification analogue pour le *Grand Saint-Bernard*. La très longue série des jours où la température moyenne diurne est restée au-dessous de zéro s'étend du 20 octobre 1908 au 8 avril 1909 avec de courtes interruptions, du 29 octobre au 1er novembre, puis les 14 et 30 novembre.

La température moyenne ne s'est, d'autre part, relevée au-dessus de zéro d'une façon constante que tardivement, du 14 juillet au 26 septembre, avec de courtes interruptions les 2 et 5 septembre.

Ces deux tableaux fournissent également, pour chaque mois et pour l'année, les dates des jours les plus froids et les plus chauds. L'écart entre les températures diurnes extrêmes est faible cette année, pour Genève, 28°.8 ; elle est sensiblement plus élevée au Grand Saint-Bernard, 33°.0.

L'*anomalie* résultant de ce qu'il fait plus chaud dans la station de montagne que dans la station de plaine, anomalie qui ne se présente qu'en hiver, par un temps clair et sec au Saint-Bernard et du brouillard à Genève,

VI. Classement des températures diurnes. — GENÈVE, 1909.

Période	Nombre de jours — très froids		froids		tempérés		chauds		Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	− 15° à − 10	− 10° à − 5	− 5° à 0	0° à + 5	+ 5° à + 10	+ 10° à + 15	+ 15° à + 20	+ 20° à + 25		
Décembre 1908	—	1	8	20	2	—	—	—	− 5°.04 le 31	+ 5°.70 le 11
Janvier 1909	—	3	22	2	4	—	—	—	− 6.11 le 1	8.39 le 14
Février	—	3	15	9	1	—	—	—	− 6.36 le 25	5.20 le 5
Mars	—	—	6	16	9	—	—	—	− 4.50 le 6	8.75 le 22
Avril	—	—	—	3	9	16	2	—	+ 1.64 le 4	15.46 le 18
Mai	—	—	—	1	4	19	7	—	4.35 le 2	19.38 le 24
Juin	—	—	—	—	—	18	10	2	10.17 le 12	20.50 le 21
Juillet	—	—	—	—	—	11	13	7	10.67 le 11	22.44 le 24
Août	—	—	—	—	—	5	20	6	12.90 le 23	21.34 le 8
Septembre	—	—	—	—	—	25	5	—	10.92 le 28	17.26 le 9
Octobre	—	—	—	—	13	16	2	—	+ 5.53 le 26	17.32 le 4
Novembre	—	—	3	19	8	—	—	—	− 1.72 le 24	9.23 le 1
Décembre	—	—	6	11	13	1	—	—	− 2.07 le 17	14.90 le 23
Année météorologique	—	7	54	70	50	110	59	15	− 6.36 le 25 février	+ 22.44 le 24 juillet.
» civile	—	6	52	61	61	111	59	15	id.	id.

VII. Classement des températures diurnes. — SAINT-BERNARD, 1909.

Période	Nombre de jours dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	- 25° et - 20	- 20° et - 15	- 15° et - 10	- 10° et - 5	- 5° et 0	0° et + 5	+ 5° et + 10	+ 10° et + 15		
Décembre 1908	—	1	7	20	3	—	—	—	-15.1° le 31	- 0.2° le 1
Janvier 1909	—	2	10	11	8	—	—	—	-16.8 le 9	- 0.8 le 5
Février	1	2	14	11	—	—	—	—	-21.0 le 24	- 6.5 le 9
Mars	—	3	14	13	1	—	—	—	-16.5 le 16	- 3.1 le 28
Avril	—	—	2	2	10	16	—	—	-13.6 le 3	+ 4.0 le 19
Mai	—	—	1	2	8	14	6	—	-12.8 le 2	7.0 le 24
Juin	—	—	—	—	5	22	3	—	- 2.9 le 13	6.4 le 1
Juillet	—	—	—	—	7	8	11	5	- 2.6 le 11	11.2 le 23
Août	—	—	—	—	—	8	18	5	+ 0.6 le 4	12.0 le 1
Septembre	—	—	—	—	3	27	—	—	- 0.6 le 2	4.8 les 7 et 10
Octobre	—	—	—	3	6	22	—	—	- 8.6 le 25	+ 4.8 le 12
Novembre	—	2	5	8	15	—	—	—	-17.4 le 23	- 0.8 le 1
Décembre	—	—	5	14	12	—	—	—	-13.9 le 9	- 0.4 le 28
Année météorologique	1	10	53	70	66	117	38	10	-21.0 le 24 fév.	+ 12.0 le 1 août
» civile	1	9	51	64	75	117	38	10	id.	id

s'est manifestée, cette année, aux dates suivantes : le 1er décembre 1908 et du 4 au 6 janvier 1909.

4° *Températures extrêmes.*

Les *tableaux VIII* et *IX* fournissent, pour les deux stations, les températures extrêmes indiquées par les thermomètres à minimum et à maximum. A *Genève*, le minimum absolu est un peu plus haut que le minimum moyen des 50 années de 1826 à 1875 (—13°.3). Le maximum absolu est au-dessous du maximum absolu moyen (+32°.5). L'oscillation extrême de la température, 42°.1, est donc inférieure à l'oscillation moyenne (45°.8). — Au *Grand Saint-Bernard*, l'oscillation extrême est de 41°.2, supérieure à celle de l'année précédente.

Ces tableaux fournissent en outre, pour les deux stations, les nombres de *jours de gelée*, où le minimum est descendu au-dessous de zéro, et de *jours de non dégel*, où le maximum est resté au-dessous de zéro. A Genève ces nombres sont, l'un très supérieur, l'autre égal aux nombres moyens des 50 années de 1826 à 1875 (91 et 21).

La dernière *gelée blanche à glace* du printemps à Genève a eu lieu le 6 avril. La première gelée blanche à glace de l'automne a eu lieu le 6 novembre.

Au *Grand Saint-Bernard*, le petit lac près de l'hospice a été complètement dégelé le 29 juin et il s'est congelé à nouveau le 28 octobre.

5° *Température du Rhône.*

Le *tableau X* fournit les documents habituels sur la température du Rhône prise, comme antérieurement,

VIII. Températures extrêmes. GENÈVE, 1909.

PÉRIODE	Minimum absolu	Date.	Maximum absolu.	Date.	Nombre de jours Minimum au-dessous de 0°.	Nombre de jours Maximum au-dessous de 0°.
	°		°			
Déc. 1908	- 8.2	le 31	+10.6	le 10	22	4
Janvier 1909 ..	-11.6	le 11	12.4	le 15	27	13
Février.....	- 9.5	le 28	9.5	le 4	26	4
Mars.....	-11.4	le 6	15.6	le 31	19	0
Avril.....	- 1.8	le 4	24.7	le 18	3	0
Mai.....	+ 0.6	le 3	28.7	le 25	0	0
Juin	6.5	le 15	28.5	le 2	0	0
Juillet	6.5	le 13	30.5	le 25	0	0
Août.....	6.2	le 23	28.7	le 2	0	0
Septembre....	5.3	le 29	23.6	le 9	0	0
Octobre	+ 1.6	le 26	24.1	le 4	0	0
Novembre	- 4.9	le 27	12.8	le 1	14	1
Décembre	- 3.5	le 17	20.8	le 23	12	1
Année mét. ..	-11.6	le 11 janv.	+30.5	le 25 juil.	111	22
» civile...	id.		id.		101	19

IX. Températures extrêmes. SAINT-BERNARD, 1909.

PÉRIODE	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Nombre de jours Minimum au-dessous de 0°.	Nombre de jours Maximum au-dessous de 0°.
			°			
Déc. 1908	-21.0	le 29	+ 2.1	le 1	31	30
Janvier 1909 ..	-19.2	le 9	+ 2.1	le 4	31	29
Février.....	-24.9	le 25	- 2.8	le 9	28	28
Mars.....	-21.0	le 16	+ 0.4	le 28	31	28
Avril.....	-17.9	le 4	10.3	le 17	25	8
Mai.....	-15.2	le 3	11.7	le 31	22	3
Juin	- 5.4	le 13	10.2	le 1	20	2
Juillet.....	- 3.5	le 1	14.0	le 19	11	1
Août.....	- 3.1	le 23	16.3	le 1	4	0
Septembre....	- 4.0	le 6	7.9	le 6	9	0
Octobre	-11.0	le 26	7.2	le 12	18	7
Novembre	-21.0	le 24	1.8	le 4	30	21
Décembre	-17.6	le 10	1.4	le 28	31	30
Année mét....	-24.9	le 25 fév.	+16.3	le 1 août	260	157
» civile...	id.		id.		260	157

X. Température du Rhône. 1909.

Période	Moyenne.	Écarts avec la valeur normale.	Minimum.	Maximum.	Différence entre la température de l'eau et celle de l'air.
	°	°	°	°	°
Décembre 1908 . .	6.88	+ 0.27	4.5 le 31	8.1 le 1	+ 5.70
Janvier 1909 . . .	4.36	- 0.75	3.5 le 29	5 3 le 16	+ 5.65
Février	3.53	- 1.43	1.8 le 25	4.2 les 5 et 11	+ 4.46
Mars	4.18	- 1.94	3.3 le 6	5.5 le 31	+ 1.48
Avril	7.42	- 1.36	4.8 les 3 et 5	10.5 le 24	- 2.66
Mai	11.20	- 0.52	6.5 le 1	16.3 le 25	- 1.66
Juin	13.56	- 1.78	7.8 le 26	16.4 le 21	- 1.34
Juillet	14.17	- 3 92	6.0 le 9	20.0 le 20	- 2.60
Août	18.41	- 0.24	15.6 le 23	20.6 le 16	+ 0.68
Septembre.	16.61	- 0.46	15.6 le 1	17.1 le 24	+ 2 89
Octobre	14.10	+ 0.12	10.7 le 27	16.5 le 1	+ 3.04
Novembre	9.85	+ 0.22	7.4 le 24	12.8 les 1 et 2	+ 6.14
Décembre	6.22	- 0.39	5.0 le 13	8.0 les 1 et 2	+ 2.00
Année météorolog.	10.40	- 0.94	+ 1.8 le 25 février.	20.6 le 16 août.	+ 1.80
» civile. . . .	10.36	- 0.98	id.	id.	+ 1.51

vers midi, à la sortie du lac sous le pont des Bergues, à une profondeur d'un mètre au dessous de la surface de l'eau.

III. Pression atmosphérique.

Genève. — Comme cela a été indiqué dans le résumé de l'année 1903, le baromètre de Fuess n° 1492/57, qui sert de baromètre normal depuis décembre 1902, a été vérifié le 30 janvier 1904, et sa correction, par rapport au baromètre normal du bureau météorologique de Zurich, est de $+ 0^{mm}.21$. L'altitude du zéro de l'échelle est de $404^{mm}.96$, la même que pour l'ancien baromètre de Noblet, en admettant $373^{m}.60$ pour la cote absolue du repère de la pierre du Niton.

Les six observations diurnes de 7 h. du matin à 10 h. du soir se font directement au baromètre de Fuess. Les indications pour les deux observations nocturnes de 1 h. et de 4 h. du matin, ainsi que les valeurs des minima et des maxima, sont relevées sur les diagrammes du barographe à enregistrement continu de Redier, ou, subsidiairement, sur ceux du barographe horaire de Hipp.

La moyennne des huit observations trihoraires donne la *moyenne diurne* de la pression atmosphérique. Les *moyennes mensuelles* et *annuelles* sont directement déduites de ces moyennes diurnes.

Grand Saint-Bernard. — Depuis 1904, les trois observations directes diurnes sont faites au nouveau baromètre de Fuess, n° 1570/100, installé à l'hospice le 5 octobre 1903 à côté de l'ancien baromètre de Gourdon. La correction de ce baromètre, par rapport

au baromètre normal du bureau météorologique de Zurich est de $+ 0^{mm}.75$. Son altitude, résultant du nouveau nivellement de précision exécuté en 1906, est de $2475^{m}.8$. — Les valeurs des minima et des maxima de la pression sont relevées sur le barographe horaire de Hottinger, décrit dans le résumé de 1884.

1° *Moyennes générales. — Variation diurne. — Écarts.*

Le *tableau XI* donne, pour *Genève*, les valeurs moyennes de la pression atmosphérique pour les treize mois, les saisons et l'année, météorologique et civile ; il donne en outre, pour toutes ces périodes, la variation diurne exprimée par les différences entre les moyennes générales et les moyennes des huit observations trihoraires.

Le *tableau XII* fournit les indications analogues pour e *Grand Saint-Bernard*, mais la variation diurne n'est plus exprimée qu'assez incomplètement par la différence entre les moyennes générales et les moyennes des *trois* observations diurnes.

Le *tableau XIII* donne les résultats de la comparaison entre les moyennes mensuelles et annuelles et les valeurs normales déduites par Plantamour des années de 1836 à 1875 pour Genève, et des années de 1841 à 1867 pour le Grand Saint-Bernard.

Aux deux stations, la moyenne annuelle est très voisine de la normale, un peu supérieure pour l'année météorologique, un peu inférieure pour l'année civile. — Le nombre des écarts positifs et négatifs est semblable. Au Saint-Bernard il y a un peu plus d'écarts négatifs. Les plus forts écarts négatifs sont, ceux de mars et de décembre 1909 ; le premier surtout. Les

XI. Pression atmosphérique. — Genève, 1909.

Période	Hauteur moyenne	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1908	727.14	+0.02	-0.03	-0.02	+0.56	-0.25	-0.32	-0.09	+0.13
Janvier 1909 .	731.30	+0.32	+0.17	+0.23	+0.48	-0.31	-0.64	-0.28	+0.03
Février	727.45	+0.32	-0.03	+0.08	+0.43	-0.23	-0.54	-0.16	+0.13
Mars	718.91	+0.17	-0.23	-0.03	+0.17	-0.13	-0.33	+0.06	+0.32
Avril	727.21	+0.09	+0.01	+0.38	+0.48	-0.14	-0.59	-0.40	+0.17
Mai	727.97	+0.29	+0.27	+0.66	+0.68	-0.26	-0.98	-0.73	+0.07
Juin	726.16	+0.50	+0.19	+0.33	+0.18	-0.43	-0.72	-0.40	+0.35
Juillet	727.83	+0.19	+0.05	+0.37	+0.28	-0.14	-0.57	-0.45	+0.27
Août.	727.76	+0.28	+0.11	+0.29	+0.39	-0.18	-0.71	-0.48	+0.30
Septembre . .	727.04	+0.26	+0.01	+0.22	+0.34	-0.26	-0.63	-0.30	+0.36
Octobre	727.50	+0.08	-0.15	+0.06	+0.54	-0.10	-0.53	-0.11	+0.21
Novembre . . .	725.84	+0.20	-0.01	+0.09	+0.40	-0.28	-0.45	-0.08	+0.13
Décembre . . .	723.52	-0.20	-0.30	-0.11	+0.43	-0.19	-0.09	+0.22	+0.24
Hiver	728.67	+0.22	+0.04	+0.09	+0.50	-0.26	-0.50	-0.18	+0.09
Printemps. . .	7.4.67	+0.18	+0.02	+0.34	+0.44	-0.18	-0.63	-0.36	+0.19
Été	727.26	+0.32	+0.12	+0.33	+0.28	-0.24	-0.67	-0.44	+0.30
Automne . .	726.80	+0.18	-0.5	+0.12	+0.43	-0.21	-0.54	-0.16	+0.23
Année météor.	726.84	+0.23	+0.03	+0.22	+0.41	-0.22	-0.59	-0.29	+0.21
Année civile. .	726.53	+0.21	+0.01	+0.21	+0.40	-0.22	-0.57	-0.26	+0.22

XII. Pression atmosphérique. — SAINT-BERNARD, 1909.

PÉRIODE	Hauteur moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.
	mm	mm	mm	mm
Décembre 1908.	561.39	-0.19	-0.10	+0.29
Janvier 1909 . .	563.26	+0 02	+0.01	-0.03
Février	558.84	-0.28	+0.03	+0.25
Mars	554.55	-0.44	-0.08	+0.52
Avril	565.06	-0 36	+0.13	+0.23
Mai.	566.31	-0.31	+0.08	+0.23
Juin	565.72	-0.14	+0.04	+0.10
Juillet	568.03	-0.29	+0.05	+0.24
Août	569.15	-0.23	+0.07	+0.16
Septembre . . .	566.79	-0.25	-0.01	+0.26
Octobre.	566.58	-0.18	-0.08	+0.26
Novembre . . .	560.67	-0.14	-0.01	+0.15
Décembre . . .	559 50	-0.38	+0.07	+0.31
Hiver	561.24	-0.14	-0.02	+0.16
Printemps . . .	561 94	-0.37	+0.04	+0.33
Été	567.66	-0.22	+0.05	+0.17
Automne	564.70	-0.19	-0.03	+0.22
Année météor .	563.90	-0.23	+0.01	+0.22
Année civile . .	563.74	-0.25	+0.03	+0.22

XIII. Pression atmosphérique. — Écarts, 1909.

Période.	Genève.	Saint-Bernard.	Genève-St-Bernard.
	mm	mm	mm
Décembre 1908.....	- 0.82	- 0.93	+ 0.11
Janvier 1909	+ 3.93	+ 2.77	+ 1.16
Février	+ 0.61	- 1 40	+ 2.01
Mars.....	- 6.12	- 5.16	- 0.96
Avril.....	+ 2 44	+ 3.43	- 0.99
Mai.....	+ 2.73	+ 2.47	+ 0.26
Juin	- 1.03	- 1.39	+ 0.36
Juillet.....	+ 0.18	- 0.45	+ 0.63
Août.....	+ 0.10	+ 0.75	- 0.65
Septembre.....	- 0.59	- 0.66	+ 0.07
Octobre.....	+ 0.99	+ 1.98	- 0.99
Novembre	- 0.01	- 1.36	+ 1.35
Décembre	- 4.44	- 2.82	- 1.62
Année météor.....	+ 0.20	+ 0.02	+ 0.18
Année civile	- 0.11	- 0.14	+ 0.03

plus forts écarts positifs sont ceux de janvier, avril et mai. — La discordance entre les deux stations est maximum dans un sens en février, dans l'autre en décembre 1909.

2° *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

Les *tableaux XIV* et *XV* donnent les minima et les maxima absolus pour les treize mois et pour l'année aux deux stations.

A *Genève*, les extrêmes moyens et absolus ont les valeurs suivantes :

minimum extrême	moyen	: 705.05
» »	absolu	: 700.16 (26 XII 1856)
maximum extrême	moyen	: 741.03
» »	absolu	: 748.71 (17 I 1882)

Le minimum absolu de l'année météorologique se rapproche beaucoup de sa valeur moyenne ; il lui est un peu supérieur pour l'année civile. Le maximum absolu dépasse un peu le maximum moyen. L'amplitude annuelle totale est donc peu différente de l'amplitude moyenne pour l'année météorologique, elle lui est un peu inférieure pour l'année civile.

Au *Grand Saint-Bernard*, l'amplitude annuelle totale a presque la même valeur que dans les quatre années précédentes.

IV. Humidité de l'air.

La valeur de la *fraction de saturation* est, depuis 1901, appréciée en *pour cent*, et non plus en *millièmes*. Je n'ai conservé l'indication des dixièmes de pour cent que pour la valeur moyenne annuelle à Genève, afin de permettre la comparaison exacte avec le passé.

XIV. Pressions extrêmes. GENÈVE, 1909.

Période.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Amplitude
	mm		mm		mm
Déc. 1908 ...	705.3	le 11	739.5	le 31	34.2
Janvier 1909 .	717.2	le 8	742.7	le 4	25.5
Février.....	711.8	le 12	735.6	le 20	23 8
Mars	708.0	le 15	727.8	le 24	19.8
Avril.....	721.1	le 12	733.3	le 8	12.2
Mai	720.1	le 9	734.4	le 24	14.3
Juin.....	719.6	le 22	734.1	le 19	14.5
Juillet.....	716.7	le 7	733.9	le 18	17.2
Août..... .	719.6	le 21	734.3	le 19	14.7
Septembre ...	720.8	le 12	734.0	le 24	13 2
Octobre.....	714.0	le 28	735.3	le 22	21.3
Novembre....	714.3	le 15	737.1	le 24	22.8
Décembre ...	710.3	le 5	735.5	le 9	25.2
Année météor.	705.3	le 11 déc. 08.	742.7	le 4 janv. 09.	37.4
Année civile..	708.0	le 15 mars 09.		id.	34.7

XV. Pressions extrêmes. GRAND St-BERNARD, 1909.

Période.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm.
Déc. 1908 ...	544.5	le 11	573.1	le 1	28.6
Janvier 1907..	549.3	le 8	574.1	le 4	24.8
Février.....	548.6	le 12	566.1	le 20	17.5
Mars	543.0	le 2	564.0	le 31	21 0
Avril.....	559.0	le 13	569.1	le 8	10.1
Mai.....	559.8	le 27	575.1	le 23	15.3
Juin.....	559.4	le 12	573.4	le 19	14.0
Juillet.....	557.8	le 11	575.0	le 18	17.2
Août.....	561.3	le 22	574.5	le 19	13.2
Septembre...	561.2	le 1	572.0	le 24	10.8
Octobre.....	559.0	le 26	572.0	le 22	13.0
Novembre....	551.1	le 22	568.1	le 1	17.0
Décembre....	549 5	le 5	566.8	le 28	17.3
Année météor.	543.0	le 2 mars	575.1	le 23 mai.	32.1
Année civile..		id.		id.	32.1

XVI. Fraction de saturation en pour cent. — GENÈVE, 1909.

PÉRIODE	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7. h s.	10 h. s.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu		Fréquence relat. de la saturation
Déc. 1908. .	89	89	92	87	82	84	87	90	87	45	100	8 fois	0.032
Janvier 1909	89	91	92	87	80	81	87	89	87	40	100	3 fois	0.012
Février. .	83	86	87	85	73	74	82	83	82	30	99		0.000
Mars	83	85	87	75	65	66	75	82	77	32	100	4 fois	0.016
Avril	74	78	79	59	47	46	57	67	63	10	99		0.000
Mai	81	85	75	61	50	48	56	71	66	23	97		0.000
Juin	82	85	77	64	53	54	65	77	70	22	100	1 fois	0.004
Juillet . . .	81	86	78	63	54	55	62	73	69	26	98		0.000
Août	87	89	82	67	55	52	62	77	71	10	99		0.000
Septembre .	87	90	91	75	63	61	73	84	78	38	100	2 fois	0.008
Octobre . .	92	93	93	81	69	71	86	91	85	35	100	8 »	0.032
Novembre .	82	85	85	77	67	69	77	83	78	34	100	2 »	0.008
Décembre .	81	81	82	80	74	78	80	81	79	25	100	15 »	0.060
Hiver. . . .	87	88	90	87	78	80	85	88	85	30	100	11 fois	0.015
Printemps .	79	83	80	65	54	54	63	73	69	10	100	4 »	0.005
Été	83	87	79	64	54	54	63	76	70	10	100	1 »	0.001
Automne . .	87	89	90	78	67	67	79	86	80	34	100	12 »	0.016
Ann. météor.	84	87	85	73	63	63	73	81	76.1	10	100	28 fois	0.010
Année civile .	83	86	84	73	63	63	72	80	75.6	10	100	35 »	0.012

A *Genève*, la valeur de la fraction de saturation est, pour les six observations faites de jour, déduite des indications des deux thermomètres du psychromètre ; pour les deux observations de nuit, 1 h. et 4 h. du matin, ses valeurs sont relevées sur les diagrammes de l'hygromètre enregistreur de Richard.

Le *tableau XVI* fournit, pour les huit observations trihoraires, les valeurs moyennes de la fraction de saturation, pour les treize mois, les saisons et l'année ; puis les valeurs de la *fraction de saturation moyenne* pour les mêmes périodes; enfin les minima et les maxima absolus. Lorsque le maximum correspond à la *saturation* complète, le nombre des cas de saturation est indiqué. Afin de rendre l'évaluation des *cas de saturation* comparable avec celle de l'ancien système des observations bihoraires, usité jusqu'en 1883, on a aussi calculé, comme précédemment, la *fréquence relative de la saturation*.

Le *tableau XVII* donne les *écarts* de la fraction de saturation et de la fréquence de la saturation avec les valeurs normales des « Nouvelles études sur le climat de Genève », de Plantamour.

Comme les deux années précédentes, 1909 a été plutôt une année sèche à *Genève*, surtout au printemps. L'année civile est encore un peu plus sèche que l'année météorologique, à cause du chaud mois de décembre 1909.

Il y a eu quelques cas de sècheresse anormale de l'air, en avril et en août. La saturation complète de l'air continue, plus même qu'en 1908, à être moins fréquente que dans la moyenne des années de 1849 à 1875.

XVII. Ecarts de l'humidité. GENÈVE, 1909.

Période	Fraction de saturation		Fréquence relative de la saturation	
	Moyennes (1849-1875)	Écarts pour 1909	Moyennes (1849-1875)	Écarts pour 1909
Décembre 1908....	86	+ 1	0.147	- 0.115
Janvier 1909.....	86	+ 1	0.145	- 0.133
Février	82	0	0.096	- 0.096
Mars.....	75	+ 2	0.039	- 0.023
Avril.....	70	- 7	0.016	- 0.016
Mai.....	70	- 4	0.016	- 0.016
Juin.....	70	0	0.010	- 0.006
Juillet.....	68	+ 1	0.006	- 0.006
Août.....	71	0	0.009	- 0.009
Septembre.....	77	+ 1	0.025	- 0.017
Octobre	83	+ 2	0.083	- 0.051
Novembre	83	- 5	0.067	- 0.059
Décembre	86	- 7	0.147	- 0.087
Hiver.....	85	0	0.130	- 0.115
Printemps.....	72	- 3	0.024	- 0.019
Eté.....	69	+ 1	0.008	- 0.007
Automne.....	81	- 1	0.058	- 0.042
Année météorol...	76.8	- 0.7	0.055	- 0.045
Année civile.....	76.8	- 1.2	0.055	- 0.043

Le tableau XVIII fournit les résultats des observations faites au *Grand Saint-Bernard* avec l'hygromètre à cheveu d'Usteri-Reinacher. Il y a peu de cas de grande sécheresse de l'air et le minimum, 8 $^0/_0$, a été noté en février.

L'humidité moyenne est, cette année, la même aux deux stations. La variation annuelle est aussi sensiblement la même, mais tandis que le minimum est en janvier au Saint-Bernard, il est en avril à Genève. Le maximum est en septembre au Saint-Bernard, tandis qu'il est en janvier (ou en décembre 1908) à Genève. Les fluctuations secondaires sont d'ailleurs différentes aux deux stations.

XVIII. Fraction de saturation en pour cent.

GRAND SAINT-BERNARD, 1909.

PÉRIODE	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Fract. moy.	Min. abs.	Maximum absolu	Fréq. relat. de la satur.
Décembre 1908.	77	74	78	76	14	100 15 fois	0.161
Janvier 1909..	58	59	62	60	12	99	0.000
Février.....	71	61	74	69	8	100 6 »	0.071
Mars.....	86	82	86	85	18	100 20 »	0.215
Avril..	68	62	76	69	10	100 15 »	0.167
Mai.....	80	62	89	77	16	100 16 »	0.171
Juin	89	72	95	85	35	100 38 »	0.422
Juillet.....	83	70	91	81	21	100 36 »	0.387
Août.....	80	67	87	78	18	100 28 »	0.301
Septembre....	86	80	91	86	24	100 38 »	0.422
Octobre	77	78	82	79	11	100 34 »	0.366
Novembre	75	72	72	73	10	100 12 »	0.133
Décembre.....	85	85	90	86	20	100 28 »	0.301
Hiver.....	69	65	71	68	8	100 21 fois	0.078
Printemps....	78	69	84	77	10	100 51 »	0.185
Eté.....	84	69	91	81	18	100 102 »	0.370
Automne.....	79	77	82	79	10	100 84 »	0.307
Année météor.	78	70	82	76	8	100 258 fois	0.236
Année civile..	78	71	83	77	8	100 271 »	0.247

V. Vents.

Genève. — L'observation du vent se fait de deux manières différentes : 1° six fois par jour, à l'ancienne girouette, en exprimant la force du vent par les sept chiffres de 0 à 6 de la demi-échelle de Beaufort ; 2° au moyen de l'anémographe de Richard, enregistrant automatiquement la direction et la vitesse du vent.

Le *tableau XIX* donne les résultats généraux du premier système d'observations. Il fournit, pour les différents mois et pour l'année, le nombre des calmes et le nombre de fois où le vent a été observé, avec la

XIX. Vents observés. — GENÈVE. 1909.

	Décemb. 1908.	Janvier 1909.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Année météor.	Année civile.
Calme ..	92	49	47	59	51	33	24	30	32	49	79	60	21	605	534
N	6	15	1	16	21	56	31	52	33	43	22	4	7	300	301
NNE ...	9	13	18	7	81	83	11	26	64	3	18	72	38	405	434
NE.....	27	38	62	2	4	6	3	2	5	4	2	21	17	176	166
ENE....	7	17	4	0	0	1	1	1	0	4	0	5	4	40	37
E.....	4	10	2	0	0	0	3	0	2	2	1	1	6	25	27
ESE....	5	6	2	1	0	0	5	5	1	0	2	1	8	28	31
SE.....	3	4	4	1	0	1	1	2	3	0	1	0	0	20	17
SSE....	0	2	2	0	0	0	3	2	0	1	2	0	0	12	12
S.....	2	1	2	1	3	0	8	5	10	3	6	3	1	44	43
SSW ...	17	10	7	14	21	10	62	35	19	20	22	16	59	253	295
SW	9	17	7	73	25	6	18	12	14	7	8	11	22	207	220
WSW ..	2	5	4	6	2	1	5	7	1	5	5	0	10	43	51
W.....	3	5	3	11	5	5	3	6	4	9	4	6	7	64	68
WNW ..	5	2	1	7	2	3	3	4	2	5	8	1	6	43	44
NW	0	4	0	3	3	3	9	7	7	13	4	7	2	60	62
NNW...	4	2	2	1	6	10	10	8	26	16	8	6	6	99	101

XX. Vents. — GENÈVE, 1909.

PÉRIODE	VENTS NNE.	VENTS SSW.	VENTS Rapport	Calme s. 1000	Vitesse moyenne du vent km. par heure
Décembre 1908.	42	28	1.50	495	3.41
Janvier 1909...	66	28	2.36	263	4.33
Février.....	81	16	5.06	280	11.23
Mars.....	25	88	0.28	317	5.42
Avril	106	49	2.16	283	7.31
Mai.....	145	16	9.06	177	7.91
Juin	45	88	0.51	133	6.52
Juillet	80	52	1.54	161	7.09
Août.....	102	43	2.38	172	8.54
Septembre.....	50	30	1.67	272	4.09
Octobre	42	36	1.17	425	3.16
Novembre	97	30	3.23	333	7.00
Décembre	62	82	0.75	113	9.86
Année météor..	881	504	1.75	276	
Année civile...	901	558	1.61	244	

force 1 ou avec une force supérieure, dans chacune des seize directions de la rose des vents, le chiffre indiqué tenant compte du facteur (1 à 6) qui représente la force du vent.

Le *tableau XX* donne d'abord les nombres de cas de vent du nord-nord-est et du sud-sud-ouest et leurs rapports, puis la proportion des calmes.

Le tableau XX indique enfin les résultats du deuxième système d'observation du vent, au moyen de l'anémographe de Richard. Il fournit, pour les différents mois de l'année, la *vitesse moyenne du vent* exprimée en *kilomètres par heure*, sans distinguer dans quelle direction soufflait le vent. On y constate que les mois les plus calmes ont été ceux de décembre 1908 et surtout d'octobre 1909, et que le mois le plus venteux a été celui de février. Au reste, l'année n'a été ni calme ni particulièrement venteuse.

Si l'on recherche encore, dans le même ordre d'idées, les jours pour lesquels la vitesse du vent a dépassé, en moyenne, *25 kilomètres à l'heure*, on en trouve neuf dans l'année, tous jours de *bise*. En voici le tableau :

1909	Km. p. h.	Direction
22 février	26.0	NNE
23 »	38.0	»
24 »	38.0	»
25 »	35.0	»
3 avril	37.7	»
4 »	29.6	»
3 mai	27.3	»
5 août	25.4	»
28 »	28.9	»

Le *tableau XXI* contient le relevé des jours de forte bise (NNE) et de fort vent du midi (SSW). Le nombre

XXI. GENÈVE, 1909.

Période	Nombre de jours de forte bise	Nombre de jours de fort vent du midi
Décembre 1908..	0	0
Janvier 1909	1	2
Février.....	10	0
Mars.....	0	3
Avril	3	0
Mai.....	2	0
Juin.....	2	1
Juillet.....	4	1
Août.....	4	0
Septembre	0	0
Octobre	0	0
Novembre	5	0
Décembre.....	1	3
Année météorol.	31	7
Année civile	32	10

des jours de forte bise est, cette année encore, inférieur à la moyenne, qui est de 42 ; quant aux jours de fort vent du midi, il y en a le même faible nombre que l'année précédente et considérablement moins que la moyenne (44). Il résulte de toutes ces données que, dans l'ensemble, l'année 1909 a été moyennement venteuse à Genève et surtout rare en jours de fort vent du midi.

Grand Saint-Bernard. — La direction du vent est observée à la girouette placée sur le nouveau bâtiment ; les observations se font trois fois par jour, en estimant la vitesse du vent, autant que faire se peut, suivant la demi-échelle de Beaufort.

Vu la situation de l'hospice, on n'y observe que deux vents, ceux qui correspondent aux grands courants du

NE et du SW. Le calme ne s'observe que rarement. Le *tableau XXII* fournit les résultats moyens de ces observations en ce qui concerne les deux courants, leur rapport et les calmes.

XXII. Vents. — SAINT-BERNARD 1909.

Période	Vents NE.	Vents SW.	Rapport.	Calme sur 1000.
Déc. 1908.....	70	53	1.32	11
Janv. 1909.....	81	45	1.80	32
Février.....	92	49	1.88	12
Mars	46	106	0.43	32
Avril	69	67	1.03	67
Mai	72	53	1.34	22
Juin	54	84	0.64	56
Juillet	90	52	1.73	22
Août.....	91	49	1.86	11
Septembre.....	67	88	0.76	11
Octobre	61	87	0.70	22
Novembre	81	34	2.39	44
Décembre	86	75	1.15	11
Année mét.....	874	767	1.14	28
Année civile	890	789	1.13	28

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 16 février 1910

B. Galli-Valerio. Les bactéries de l'air à la montagne. — P. Dutoit et Mojoïu. Dosage physico-chimique de quelques éléments de l'urine. — P. Dutoit et Weise. Dosage des traces de métaux nobles. — Pelet et H. Siegrist. Lavage de la laine. — Pelet et Pierre Dutoit. Combinaison tinctorielle. — De Perrot. Observations d'étoiles variables à longue période.

M. B. Galli-Valerio expose le résultat des recherches qu'il a faites pendant trois ans sur *les bactéries de l'air à la montagne* (Jura, Alpes vaudoises et valaisannes, Alpes grisonnes et de la Valteline). Comparativement avec des recherches faites en ville, il a pu constater la diminution des germes en allant des villes à la montagne, mais seulement à la condition que sur celle-ci il n'y ait pas d'agglomérations urbaines ni beaucoup de personnes ou d'animaux. Tandis que dans les villes et les espaces renfermés les bactéries prédominent, à la montagne ce sont les hyphomycètes.

M. P. Dutoit présente un travail fait en collaboration avec M. Mojoïü sur le *Dosage physico-chimique de quelques éléments de l'urine* et un autre en collaboration avec M. Weise sur le *Dosage de traces de métaux nobles.*

MM. Pelet et H. Siegrist ont étudié le *lavage de la laine* en opérant dans des conditions variées. Il résulte de

ces recherches que les substances en solution (électrolytes) dans l'eau sont successivement absorbées et par de longs lavages à l'eau, il n'est pas possible de les éliminer entièrement. Ces substances absorbées modifient la charge de la laine et par conséquent ses propriétés.

MM. Pelet et Pierre Dutoit recherchant la nature de la *combinaison tinctorielle* trouvent que dans la grande majorité des cas, il se forme une combinaison d'absorption entre le colorant ou le mordant et les textiles. Toutefois l'existence de combinaisons chimiques définies se formant à la surface de la fibre ne paraissent pas exclues, elles peuvent se rencontrer entre deux substances absorbées (mordant et colorant). Les colorants minéraux insolubles (chromate de plomb) en suspension dans l'eau distillée se fixent sur laine et coton par absorption également.

M. de Perrot présente les résultats de ses *observations d'étoiles variables à longue période* à partir de 1900. *Mira Ceti* a été observée 300 fois ; son minimum de 1906 a été exceptionnellement élevé : 1,7. De 1902 à 1907, les minima de Mira ont varié entre 9,2 et 9,3 ; cinq fois sur six elle est devenue plus faible que son compagnon optique. *X² Cygne* ne s'est pas élevé au-dessus de 6,2 en 1900 mais a atteint 4.3 en 1902. Cette dernière année elle a été visible à l'œil nu pendant trois mois. Les observations de *R Ecu* tendent à confirmer l'irrégularité de cette étoile ; les minima reviennent cependant avec une certaine périodicité, plus sensible que celle des maxima. Les variations de *R Lion* se sont produites en avance sur les prévisions et, en 1901, 1902, 1903, l'étoile, arrivée, dans sa diminution, à la 8e grandeur, s'est maintenue de 30 à 38 jours de même éclat. *R Vierge* a un aspect nébuleux, une coloration à peu près nulle, et des maxima courts et bien marqués. Les autres étoiles observées ont été surtout *R Verseau*, *R Pégase*, *S Petit Chien*, *S Pégase* et *R Baleine* ; cette dernière, voisine de Mira Ceti, est la plus faible ; elle n'a guère dépassé la neuvième grandeur.

Séance du 2 mars

Jeannet. Glissement de terrain de Bougy-Villars. — Constant Dutoit. Appareil permettant de déceler de faibles différences de niveau. — A. Vautier-Dufour. Observation astronomique. — A. Tonduz. Pluie de cendres. — F.-A. Forel. Excavation de la cuvette des lacs par érosion glaciaire. — Th. Bieler-Chatelan. Caillou erratique. — S. Bieler. Introduction de la pomme de terre en France. — S. Bieler. Deux pieds de porcs syndactyles.

M. Jeannet entretient l'assemblée du *glissement de terrain de Bougy-Villars.*

M. Constant Dutoit présente un *appareil permettant de déceler de faibles différences de niveau.*

M. le Prof. F.-A. Forel, communique de la part de M. Aug. Vautier-Dufour, de Grandson, l'*observation astronomique* suivante, faite à Grandson le 14 février, entre 8 et 10 h. du soir.

Recherchant la comète de Halley, au moyen d'un télescope Cassegrain horizontal de 160 mm. construit par M. Schær, grossissant 40 fois, M. Vautier-Dufour fut frappé par l'apparition dans la constellation des Poissons entre ϑ et ε, d'une nébulosité de forme ovoïde, sans condensation centrale de trois à quatre minutes de diamètre et d'un éclat comparable à une étoile de 7e à 8e grandeur.

M. Vautier-Dufour crut voir la comète de Halley et en avertit l'Observatoire de Genève, qui constata sur un cliché pris le 20 février, la présence de cette nébulosité près de la comète de Halley ; cette nébulosité ne devait être que la *comète de Cardiff*, trouvée le 17 février. Depuis le 20 février, cette comète a disparu et n'a été retrouvée nulle part, on ne sait ce qu'elle est devenue.

La comète de Halley, étant le 14 février de 11e grandeur, il était alors impossible à M. Vautier-Dufour de la distinguer avec l'instrument qu'il utilisait ; M. Vautier-Dufour aurait donc observé le premier la comète de Cardiff.

M. F.-A. Forel présente au nom de M. Ad. Tonduz, de Pully, chef de la section botanique du Musée national de San-José de Costa-Rica, dans l'Amérique centrale, des préparations démontrant la *pluie de cendres*, observée le 19 janvier 1910, à la suite d'une *éruption du volcan le Proas*. Des feuilles de plantes sont couvertes de petites taches blanches fournies par des gouttes de pluie qui tenaient en suspension les cendres en forme de poussière impalpable ; les lapillis recueillis dans la cour du Musée national sont plus gros et représentent un sable à grains de près d'un demi-millimètre de diamètre.

Le Poas, à 45 km. au NNW de San-José, avec une altitude de 2644 m., présente deux lacs de cratère : l'un, « la lagune froide », avec une température de 10 à 13° en été ; l'autre, « la lagune chaude », et d'une température de 40 à 65°. C'est un geyser à éruptions d'eau avec vapeurs, à périodicité irrégulière. Il est très rare qu'il produise une éruption volcanique avec rejet de cendres.

Les documents envoyés par M. Tonduz sont donnés aux Archives de la Société.

M. F.-A. Forel traite de l'*excavation de la cuvette des lacs par érosion glaciaire.*

Il rappelle d'abord que l'érosion glaciaire est l'œuvre de deux facteurs : *a*) l'attaque des murailles encaissantes par le frottement du glacier, transformé en lime par l'interposition de sables et graviers ; *b*) le transport des matériaux désagrégés par cette attaque.

Le transport est essentiellement l'œuvre du torrent glaciaire qui charie : d'une part l'alluvion impalpable en suspension dans ses eaux, d'autre part l'alluvion grossière promenée d'amont en aval sur le lit du ruisseau. Si l'on considère la partie en contrepente dans la cuvette d'un lac, le transport de l'alluvion grossière ne peut en aucun cas avoir lieu en remontant cette contrepente ; quant au transport de l'alluvion impalpable, il est possible, mais il ne doit agir que dans des proportions minimes et il est absolument insuffisant pour expliquer le creusement des énormes bassins des grands lacs subalpins.

Reste la possibilité du transport par le corps même du glacier, dans ce qu'on appelle la « moraine inférieure » (terminologie de la conférence glaciaire de 1899), couches inférieures du glacier qui seraient, d'après certains auteurs, sur une épaisseur de quelques mètres, un béton de pierres enchâssées dans la glace en se mouvant d'amont en aval par l'écoulement du glacier. Le béton serait formé, ou bien par la capture de cailloux et de sables de la moraine profonde dans la masse plastique du glacier, ou bien par la production de couches de glace de nouvelle congélation, s'appliquant à la face inférieure du glacier et enrobant des cailloux pris sur cette même moraine profonde.

M. Forel, se guidant sur les observations qu'il a faites dans ses nombreuses excursions dans les glaciers, soit en rampant dans les espaces libres entre le glacier et la moraine profonde, soit en pénétrant dans les galeries des torrents glaciaires, surtout dans les anciennes galeries abandonnées par les torrents qui les avaient creusées, soit en étudiant les grottes artificielles percées pour le bénéfice des touristes, nie l'existence de la moraine inférieure. La glace des couches inférieures du glacier est toujours propre, ne renfermant, dans la grande généralité des cas, ni sables, ni graviers, ni blocs, pas plus certainement que les couches moyennes du corps du glacier. Il n'y a pas d'indice de capture du matériel de la moraine profonde, ni par sa pénétration dans la marche du glacier, corps plastique, ni par l'adjonction de couches de nouvelle congélation à la face inférieure du glacier. Si parfois un caillou est saisi par le glacier en mouvement et s'enchâsse pour un temps dans son corps, ce caillou ne remonte pas de bas en haut dans la masse de glace; il reste à la surface inférieure et s'en détache au premier accident favorable. Dans quelques cas, très rares, où l'on trouve les débris rocheux dans les couches profondes du glacier (exemple dans un point très limité de la grotte du glacier d'Arolla) il semble évident que ce sont des débris des moraines superficielles qui auraient glissé dans la profondeur par l'ouverture de quelque crevasse.

Il faut cependant considérer le cas de ces bandes de sable à limite supérieure horizontale, qui apparaissent sur les parties médianes ou latérales du front de certains glaciers (Rhône, Findelen, etc.) et qui, vues à distance, semblent être une couche inférieure de béton glaciaire renfermant une grande proportion de grains rocheux. Mais si l'on gratte la couche superficielle, et si on la lave du sable qui la salit, on constate facilement que la glace elle-même est parfaitement propre; que la couche grise n'est qu'un vernis de surface étendu sur la paroi extérieure de la glace, analogue à celui des cônes de sable à la surface supérieure du glacier. Si l'on en recherche l'origine, on constate qu'elle réside dans une strate horizontale de sable, logée dans le corps même du glacier, et qui s'est étalée, à mesure de la fusion progressive, sur la paroi inclinée ou verticale du front. Il est évident que cette couche intraglaciaire provient des régions supérieures du glacier, et non de son fond; que c'est le produit de l'alluvion charriée par un ruisseau qui serpentait à la surface du glacier, qui s'est engouffré dans un puits vertical, et qui a déposé son matériel de transport dans une partie relativement tranquille de son cours, dans l'épaisseur même du glacier. Ce dépôt d'alluvion a été subséquemment étalé horizontalement par le chevauchement des couches supérieures du glacier sur les couches sous-jacentes. M. Forel a vérifié ces faits l'année dernière dans ses visites aux glaciers de Findelen, du Trient, d'Argentière, des Bois, des Bossons, et il n'hésite pas à nier l'existence dans nos glaciers des Alpes, de la moraine inférieure des auteurs. Il confirme ainsi son opposition à l'hypothèse de l'excavation de la cuvette des lacs par l'action de l'érosion glaciaire.

A ce propos M. Th. Bieler-Chatelan montre un *caillou erratique* fort curieux trouvé dans la moraine d'Epenex près Renens-gare. Il présente une facette un peu plus grande qu'une pièce de un franc comme enlevée à la lime. Les stries rigoureusement parallèles qu'on y voit, semblent prouver que ce caillou était pris dans la glace, et a

dû cheminer ainsi longtemps sur le lit même du glacier. Il ne semble pas qu'on ait signalé jusqu'ici un échantillon de ce genre, probablement fort rare. (Il est déposé au Musée géologique de Lausanne).

M. le Dr S. Bieler présente une observation au sujet d'un travail de M. d'Avenel, publié dans la *Revue des Deux Mondes* et qu'un journal de notre ville a reproduit.

Dans cet article, l'auteur indique *l'introduction de la pomme de terre en France* à la fin du XVIIIe siècle, à la suite des travaux de popularisation de Parmentier. L'illustre Olivier de Serres, dans son *Théâtre de l'agriculture*, publié en 1601, mentionne déjà la pomme de terre comme venue de Suisse en Dauphiné et il en décrit la culture, mais il lui donne le nom de *Cartoufle* ou de *Truffe*. C'est le même nom qu'elle porte encore dans nos villages vaudois. La pomme de terre était donc connue à la fin du XVIe siècle dans le Sud-Est de la France, venant du canton de Vaud.

M. le Dr Bieler montre *deux pieds de porc syndactyles*, c'est-à-dire que les doigts médians des pieds sont soudés et le sabot est d'une seule partie.

Les pieds ainsi conformés se rencontrent assez fréquemment sur des porcs de la région S.-E. de Roumanie; ils sont connus depuis longtemps. Aristole les mentionne déjà, en Illyrie, en Péonie et ailleurs. Linné les indique aussi en Suède, Pallas en Pologne; plus tard F. Cuvier les décrit.

Ce qui fait la très grande particularité de cette curieuse conformation, c'est que la soudure au lieu d'être centrifuge et de commencer par les os métacarpiens, commence par la troisième phalange qui présente une forme analogue à celle du cheval, tandis que les première et seconde phalanges restent indépendantes.

On ne peut pas prononcer le mot d'adaptation, car les terrains où se trouvent ces porcs sont des *terres noires*, sur lesquelles le pied fourchu serait plus à son aise que le pied soudé. Il y a donc là une énigme jusqu'à présent insoluble.

Séance du 16 mars.

F.-L. Kohlrausch (Zurich). Les éléments radio-actifs.

M. le Dr F.-L. Kohlrausch (Zurich) fait une communication sur les *éléments radioactifs*.

Les *éléments radioactifs* sont caractérisés par leur rayonnement. Nous ne les connaissons qu'en quantités extraordinairement petites qui atteignent des valeurs énormes, car il faut 10,000 kg. de minerais pour obtenir environ 1 gr. de bromure de radium pur. Nous possédons dans l'électroscope un appareil de mesure extraordinairement sûr et sensible de la radioactivité. A l'aide de l'électroscope, on peut apprécier les produits de décomposition du radium en traces minimes, par exemple $10.^{10}$ gr. de radium à quelque pour cent près.

Les corps radioactifs sont des éléments à poids atomiques très élevés et l'on trouve la gradation remarquable qui va de l'uranium, qui a la longévité la plus grande et le poids atomique le plus élevé (238), aux autres corps dont la longévité est moindre et les poids atomiques plus petits, thorium 232,5 et radium 226,4.

Le corps qui nous intéresse le plus dans la série des produits de désagrégation du radium est l'émanation, produit gazeux dont le poids atomique est de 222,4. Cette émanation atteint en environ 3,8 jours sa « demi-valeur ». Sous cette expression « demi-valeur » ou « période de demi-valeur », on entend que l'émanation laissée à elle-même, c'est-à-dire séparée du radium, n'a, au bout de 14 jours environ, que la moitié de sa radioactivité, car l'émanation s'est, entre temps, transformée en d'autres corps. Cette théorie importante de la désagrégation est due à Rutherford et à Soddy.

Dans le rayonnement des éléments radioactifs, on doit distinguer trois sortes de rayons qu'on désigne sous le nom de rayons α, β et γ. Les rayons α sont des corpuscules matériels chargés positivement ; la grandeur de ces particules est à peu près celle de l'atome d'hydrogène,

car chacune de ces particules, lorsqu'elle a cédé sa charge positive, devient un atome d'hélium dont le poids atomique est 4. La rapidité avec laquelle ces particules α sont projetées lors de la désagrégation du radium est d'environ 20,000 km. sec. Conformément à ce que pouvait faire prévoir leur charge positive, elles sont déviées par un champ magnétique dans la direction inverse de celle de rayons cathodiques. Leur pouvoir de pénétration n'est pas très grand vu leur grandeur ; elles sont absorbées par l'air déjà à quelques centimètres de la source du rayonnement. Elles ne peuvent pas traverser les métaux et sont retenues entièrement par la peau. Les rayons β sont formés de particules chargées négativement et déviés par le champ magnétique dans le même sens que les rayons cathodiques et cela plus fortement que les rayons α'.

Les particules β, probablement des électrons, n'ont qu'environ $^1/_{1000}$ de la dimension des atomes d'hydrogène et possèdent par suite un pouvoir de pénétration plus grand que les particules α. Leur vitesse est de 200,000 à 300,000 km. sec.; l'énergie d'une particule β est d'environ $^1/_{100}$ de celle d'une particule α.

Les rayons γ sont considérés aujourd'hui comme des impulsions de l'éther; ils se forment d'ordinaire en même temps que les rayons β. Il est probable que les rayons γ sont identiques aux rayons Röntgen.

Séance du 6 avril

A. Vautier-Dufour. Deux photographies des étoiles polaires N. — J. Amann. Etude ultramicroscopique des solutions de l'iode dans les différents dissolvants. — W. Larden. Photographies d'insectes. — Bieler. Crâne de *Paresseux Unau*. — J. Perriraz. Quelques hybrides de primevères.

Par l'organe de M. F.-A. Forel, M. Aug. Vautier-Dufour, à Grandson, présente *deux photographies des étoiles polaires N* prises le 7 mars 1910 avec une chambre munie d'un objectif de 60 cm. de foyer.

M. Vautier-Dufour a laissé cette chambre exposée de

8 h. 30 du soir à 5 h. du matin et a ainsi obtenu sur plaque 18 × 24 Lumière violette un excellent cliché sur lequel se sont impressionnées plus de 400 étoiles représentées par les segments de cercles d'une finesse extrême.

Ce genre de photographie expérimenté par M. V.-D. est un moyen facile d'éprouver les qualités d'un objectif et d'en déterminer très exactement le champ nettement couvert à pleine ouverture.

M. J. Amann présente à la Société un travail sur l'*Etude ultramicroscopique des solutions de l'iode dans les différents dissolvants*. Cette étude, dont les résultats seront publiés *in extenso* ultérieurement, a permis de faire les constatations suivantes qui constituent, pour la plupart, des faits absolument nouveaux et passablement inattendus :

1° Les dissolutions de l'iode dans certains dissolvants : *(Ether de pétrole, Pétrole, Alcool amylique, métylique, éthylique, Acétone, Térébène, Essence de Térébenthine, Glycérine, Eau, Solutions d'iodures alcalins)* sont, partiellement au moins, des *fausses solutions* présentant une phase colloïdale hétérogène représentée par des micelles ultramicroscopiques plus ou moins nombreuses suivant le dissolvant et la concentration ; tandis que d'autres de ces solutions (par exemple dans le *Benzène, Xylène, Toluène, Paraffine liquide, Acétate d'éthyle, Anhydride acétique)* sont des solutions homogènes sans micelles ultramicroscopiques.

2° Certaines des sotutions de l'iode (par exemple dans les *Sulfure* et *Tétrachlorure de carcone, Chloroforme, Benzine, Xylène, Toluène, Paraffine liquide, Ether de pétrole, Alcool amylique, Térébène)* sont très rapidement modifiées par la lumière actinique qui peut déterminer :

a) un changement de coloration ;

b) l'apparition d'une nouvelle phase micellaire colloïdale ;

c) la fixation par adsorption sur les corps solides des micelles primitives et de celles formées par la lumière.

D'autres de ces solutions ne subissent pas de modifications apparentes par l'action de la lumière.

3° Les réactions photochimiques qui se produisent avec certaines de ces solutions photosensibles sont *reversibles* dans l'obscurité alors qu'avec d'autres de ces solutions elles ne le sont pas.

Il résulte de ces constatations que, pour l'étude des solutions de l'iode, il est nécessaire de distinguer non seulement les deux états de ce corps à l'état libre J_2 et à l'état de combinaisons d'addition avec le dissolvant $J_2 X_n$, mais qu'il y a lieu de tenir compte aussi de l'état d'équilibre plus compliqué qui s'établit entre :

1. L'iode à l'état de fausse solution colloïdale avec micelles ultramicroscopiques ou amicroscopiques ; la phase colloïdale pouvant être constituée, du reste, soit par de l'iode libre J_m soit par des combinaisons d'addition $J_m X_n$.

2. L'iode à l'état de solution moléculaire, la molécule pouvant être, du reste, plus ou moins complexe : $J_2 \ldots J_2 X_n \ldots$

3. L'iode à l'état de solution ionique dissociée ; l'ion pouvant être de même plus ou moins complexe. Il paraît certain que l'état d'équilibre existant dans une solution donnée entre ces différents constituants est susceptible d'être modifié, non seulement par les conditions de température, mais aussi par l'action de la lumière et probablement d'une manière générale, par toutes les variations qualitatives et quantitatives de l'énergie que renferme le système considéré.

M. Walter Larden, naturaliste anglais, présente des photographies prises pendant une campagne d'études dans la République Argentine de l'Amérique du Sud, entre autres :

Les *neve penitente* des Andes argentino-chiliennes.

Une invasion de criquets migrateurs *(Schistocerca paranensis)*, avec l'anatomie des insectes, les troupes envahissant les prairies, les ravages causés aux arbres et aux plantations, les pièges à l'aide desquels on essaie de limiter le fléau.

Le Dr Bieler présente un crâne de *Paresseux Unau* que lui a envoyé M. Tonduz, de Costa Rica. L'*unau* peu connu est représenté entier et empaillé dans les musées, mais on voit plus rarement le crâne, qui présente pourtant des caractères intéressants.

Les arcades zygomatiques incurvées indiquent l'existence de muscles masticateurs assez forts, les dents molaires 4/3 de chaque côté, les antérieures sont anguleuses, les postérieures arrondies. Les canines triangulaires sont fortes et très tranchantes. La mâchoire inférieure se prolonge en avant par une sorte de bec. On ne voit pas d'os incisif et l'espace qui est ainsi laissé doit donner passage à une forte langue servant de principal organe de préhension. Mais les ouvrages de zoologie ne la mentionnent pas.

M. J. Perriraz présente *quelques hybrides de primevères.*

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

Albert Defant. Ueber die stehenden Seespiegelschwankungen in Riva am Gardasee *Sitzungsb. d. k. k. Akad. d. Wissensch. i. Wien Math. Kl.* CXVII, mai 1908.

Dans notre numéro de septembre [1], nous avons inséré une note qu'avait bien voulu nous adresser M. F. Vercelli résumant un long travail, publié par lui en 1909 dans les *Mémoires de l'Institut lombard* [2] sur la théorie mathématique des seiches et son application à l'étude des seiches du lac de Garde, entrepris sous les auspices de la Société italienne de physique. Pour ce travail, M. Vercelli a pris uniquement comme base les observations limnographiques recueillies dans les diverses stations italiennes de ce grand lac. Or, comme le dit du reste M. Vercelli, parallèlement aux observations italiennes, le prof. Pernter, directeur du Bureau central de météorologie de l'empire d'Autriche avait, dès novembre 1902, fait installer à Riva, à l'extrémité nord du lac, une station limnimétrique (limnographe Sarasin).

Ces études n'ont porté que sur cette seule et unique station de Riva, mais elles n'en ont pas moins donné des résultats très concluants sur l'allure des mouvements rythmiques du lac entier. Ces résultats ont fait l'objet d'une communication présentée à l'Académie de Vienne dans sa séance du 14 mai 1908 par M. le Dr Albert Defant, qui a déduit des tracés limnographiques obtenus dans cette station la durée des différents types de seiches du lac de Garde, en doublant ces données expérimentales

[1] Voir ci-dessus, p. 254.

[2] Fr. Vercelli. La teorie idrodinamiche delle sesse, etc. *Mem. d. R. Ist. Lomb. di S. e L.*, 1909, vol. XXI.

des valeurs calculées à l'aide des formules de Chrystal. Ce travail de M. Defant nous a échappé, ne nous ayant pas été communiqué et maintenant son auteur nous adresse à propos de la publication du mémoire de M. Vercelli une réclamation de priorité à laquelle nous nous empressons de faire droit par ces lignes, puisque l'exposé du savant autrichien a précédé d'un an celui de son confrère italien. Nous tenons d'autant plus à le faire que les résultats antérieurs de M. Defant présentent sur plusieurs points des divergences assez notables avec ceux fournis par les observations des stations italiennes et que ces divergences eussent pu, semble-t-il, être facilement écartées par une entente entre les deux auteurs.

Après un déchiffrage très minutieux des courbes tracées pendant une durée de 18 mois par le limnimètre de Riva et qui lui a fait distinguer 9 périodes oscillatoires différentes, savoir :

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Obs. .	42.92	28.58	21.79	14.96	12.07	9.87	8.80	7.33	3.06
Calc. .	42.83	28.00	20.18	14.83	11.90	10.10	8.75	7.60	—

T_1 étant la seiche uninodale du lac, T_2 la binodale, etc., M. Defant a appliqué les formules de Chrystal au calcul de ces différentes périodes et il a trouvé ainsi les valeurs portées dans la seconde ligne du tableau ci-dessus. M. Vercelli de son côté donne[1] :

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8
Obs..	42.30	22.60	15.70	12.20	10.10	9.00	7.40	6.30
Calc.	41.30	22.90						

On voit qu'il y a des différences marquées entre ces deux tableaux. La principale porte sur la période que M. Defant considère comme la binodale (valeur observée 28^m58, calculée 28^m00) et dans laquelle M. Vercelli se refuse à voir la binodale parce qu'elle ne se produit pas à Salo, qui doit être cependant un ventre pour ce type de seiche, étant presque sur la ligne nodale de l'uninodale et aussi parce qu'elle est très rare et ne semble pas pour ce motif

[1] Voir ci-dessus, pp. 264 et suivantes.

constituer un des mouvements fondamentaux de ce lac. Pour M. Vercelli, la binodale est le type de 22^m6 obs.; 22^m9 calc. qui est la trinodale de M. Defant, 21^m79 obs., 20^m18 calc.

On voit par ce seul exemple, et il y a d'autres divergences encore à noter, combien il est regrettable que le matériel expérimental recueilli sur le lac de Garde par les savants des deux pays ait été coupé en deux tranches distinctes, étudiées séparément, au lieu d'être soumis par eux à une critique d'ensemble combinée, afin d'arriver pour le régime oscillatoire de ce beau bassin à un résultat unique et concordant, que nous appelons de tous nos vœux. E. S.

Heinrich Weber. Die partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik. F. Vieweg u. Sohn. Braunschweig, 1910, 1er vol., 2me édit.

Le traité de M. H. Weber est un de ces ouvrages qu'il n'est pas permis d'ignorer quand on s'occupe de Physique mathématique. Le premier volume paraît aujourd'hui en deuxième édition, dix ans après le premier. Pendant cette période les idées des mathématiciens et des physiciens ont évolué. De nouveaux problèmes se sont imposés à l'attention et de nouvelles méthodes ont été élaborées pour les résoudre. Sans rien changer d'essentiel à l'ordonnance générale de son livre, M. Weber s'est efforcé de tenir compte des tendances les plus nouvelles. C'est ainsi que la théorie des équations intégrales fait son apparition, un peu modeste, dans le présent volume, et sera de nouveau utilisée dans le suivant à propos du problème des membranes élastiques. C'est là aussi que sera discuté le principe de relativité de l'espace et du temps.

Non seulement l'auteur a recueilli les mouvements les plus récents de la pensée scientifique, mais encore il s'est efforcé d'effacer les légères taches qui pouvaient déparer, par endroits, son bel ouvrage. En outre plusieurs sections ont reçu des développements nouveaux pour le plus grand profit du lecteur. C. C.

CHIMIE

Analyse des travaux de chimie faits en Suisse.

A. von Graffenried et St. von Kostanecki. Contribution a la connaissance du groupe de la coumarone. (*Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. 43, p. 2155-2157. Berne, Laboratoire de l'Université).

Les auteurs étudient dans ce mémoire les produits qui se forment par l'action de l'éther éthylique de l'acide bromacétique sur une solution alcoolique d'éther monométhylique de la quinacétophénone en présence de sodium métallique, ainsi que sur l'éther monoéthylique de la même substance et sur l'éther diméthylique de la gallacétophénone. Ils ont obtenu ainsi les acides méthoxy-acétyl, éthoxy-acétyl et diméthoxy-acétyl-phénoxy-acétiques; ceux-ci, traités par l'anhydride acétique et l'acétate de soude, ont fourni les dérivés suivants de la coumarone: méthoxy-4-méthyl-2-coumarone, huile incolore à odeur aromatique, bouillant à 245° sous 706 mm. P; éthoxy-4-méthyl-2-coumarone, huile incolore bouillant à 257° sous 718 mm. P et enfin diméthoxy-5.6-méthyl-2-coumarone, huile aromatique bouillant à 278-279° sous 702 mm. P.

J. Abelin et St. von Kostanecki. Sur quelques dérivés de la styryl-2-coumarone. (*Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. 43, p. 2157-2162. Berne, Laboratoire de l'Université).

En utilisant la méthode indiquée dans le mémoire de Graffenried et Kostanecki[1], les auteurs ont fait réagir les aldéhydes telles que la benzaldéhyde, l'aldéhyde salicylique, la m-méthoxybenzaldéhyde et l'aldéhyde vératrique, sur divers acides o-acétylphénoxy-acétiques, en chauffant ensuite les chalkones ainsi préparées avec de l'anhydride acétique et de l'acétate de soude, ils ont obtenu des dérivés de la styryl-2-coumarone dont ils décrivent dans ce mémoire la préparation et les propriétés.

[1] *Deutsch. chem. Ges.*, t. 43, p. 2155-57.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

D'OCTOBRE 1910

Le 1, pluie dans la nuit ; brouillard à 7 h. du matin ; rosée le soir.
2, brouillard à 7 h. du matin ; rosée le soir.
3, pluie à 7 h. du matin, à 4 h. et à 7 h. du soir.
4, forte bise pendant la journée.
5, forte rosée le matin ; forte bise pendant la journée.
6, très forte bise pendant tout le jour.
les 8 et 9, forte rosée le matin.
le 10, pluie dans la nuit ; rosée le matin.
11, forte rosée le matin et le soir.
12, pluie dans la nuit, et depuis 5 h. du soir.
13, pluie jusqu'à 11 h. du matin ; rosée le soir.
14, brouillard le matin ; rosée le soir.
15, rosée le matin et le soir.
17, rosée le matin.
18, rosée le soir.
19, rosée le matin.
20, pluie dans la nuit et depuis 9 h. du soir.
21, neige sur les montagnes environnantes et en particulier sur le Salève.
23, rosée le matin et le soir.
24, chutes de pluie dans l'après-midi.
25, rosée le soir.
26, brouillard à 7 h. du matin ; rosée le soir.
les 27 et 28, brouillard le matin ; rosée le soir.
le 29, pluie dans la nuit ; rosée le soir.
30, pluie dans la nuit et à 7 h. du matin.
31, pluie dans la nuit et à 1 h. du soir.

GENÈVE — OCTOBRE 1910

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.										h.	mm.	
1	32.8	32.6	32.7	32.49	+ 5.63	31.8	33.1	WNW 0	N. 1	N. 1	N. 1	3.8	10	6	0	4	6.7	...	....
2	32.4	31.3	31.6	31.80	+ 1.97	30.5	32.6	WSW. 0	NW 1	WNW. 1	NW. 1	1.9	10	9	4	8	5.3	0.8	1
3	32.8	33.9	36.5	34.04	+ 7.25	32.0	36.5	W. 1	N. 1	NNE 1	N. 1	4.2	9	10	10	10	...	5.9	6
4	37.1	36.3	36.4	**36.54**	**+ 9.78**	35.9	**37.1**	ENE. 1	NNE. 3	NNE 2	NNE. 2	18.1	1	2	0	2	**9.9**	...	....
5	35.5	33.2	31.5	32.69	+ 5.96	31.3	36.5	WNW. 1	NNE 2	NNE. 2	NNE. 2	17.0	1	1	0	1	9.6	..	....
6	29.3	29.3	27.3	28.70	+ 2.01	26.2	29.9	NNE. 2	NNE. 3	NNE. 3	NNE. 1	**47.0**	1	2	7	2	8.7	...	....
7	29.4	28.0	27.6	28.51	+ 1.86	27.2	29.6	NNE. 1	NNE. 1	NE. 1	NNE 1	11.1	10	9	3	7	1.7	..	...
8	26.9	27.4	28.5	27.48	+ 0.85	26.7	28.9	E. 1	NE. 1	SE. 0	calme	1.3	8	9	3	6	3.7	...	....
9	29.8	28.9	29.3	29.40	+ 2.80	28.7	30.2	SSE. 0	NE. 1	N. 1	N. 1	2.5	2	3	10	5	8.4	2.5	1
10	30.1	29.8	29.7	29.80	+ 2.23	29.0	30.5	SW. 0	NNW. 1	W. 1	NNW. 1	2.1	10	5	0	4	6.5	...	...
11	29.1	27.2	26.5	27.90	+ 0.36	26.3	29.6	NNW 1	N. 1	N. 0	N. 1	1.9	9	7	2	6	1.0	2.7	4
12	24.7	23.9	21.8	24.71	- 1.80	23.6	26.2	W. 0	NNE. 1	S. 1	calme	1.3	10	10	10	10	...	**11.3**	**13**
13	24.2	26.1	29.1	26.13	- 0.35	24.0	29.6	SW. 1	N. 1	NW. 0	NW. 1	3.1	10	4	9	6	4.6	9.9	4
14	31.9	33.7	33.4	32.69	+ 6.24	30.0	34.0	W. 0	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	1.8	8	10	10	9	...	...	...
15	33.6	34.0	33.9	33.73	+ 7.31	32.5	34.4	NNW. 0	N. 1	WNW. 1	NNW. 1	6.6	9	9	2	5	0.6	...	....
16	33.3	32.1	32.1	32.57	+ 6.17	31.4	33.6	WNW 0	N. 1	NNE. 1	calme	1.7	10	10	10	10	..	...	....
17	31.6	31.5	32.0	31.60	+ 5.23	31.2	32.0	NNW. 1	NW. 1	NW. 0	calme	1.5	10	8	9	8	0.4	...	....
18	31.8	31.1	30.7	31.26	+ 4.91	30.3	32.1	NW. 0	N. 1	W. 1	NW. 1	2.7	10	4	4	5	6.4	..	....
19	28.4	25.8	24.5	26.81	+ 0.48	24.0	30.0	W. 0	WNW. 1	SSW. 0	SSW. 1	4.0	8	1	9	4	8.1	1.4	2
20	21.9	20.1	17.8	20.70	- 5.61	**17.4**	21.0	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	11.2	8	4	10	7	7.6	**11.3**	5
21	19.3	20.8	22.6	**20.64**	**- 5.65**	19.1	22.8	WSW. 1	WSW. 1	SSW. 1	WSW. 1	3.8	10	10	10	10	...	...	....
22	23.4	22.5	22.9	22.87	- 3.40	22.5	23.5	SSW. 1	NNW. 1	NNE. 1	NNE. 1	6.1	9	3	10	7	7.8	...	....
23	22.8	22.3	22.7	22.50	- 3.75	21.7	23.1	NNE 0	NNW. 0	WNW. 1	N. 1	2.9	8	3	1	4	5.8	..	....
24	23.2	23.9	25.5	23.98	- 2.26	23.1	26.0	WNW. 1	WNW. 0	N. 0	calme	0.4	10	10	8	10	..	0.3	1
25	27.7	28.7	30.1	28.45	+ 2.23	26.4	30.2	NNW. 1	NNW. 1	W. 0	calme	1.7	4	2	0	1	8.8	...	....
26	30.5	29.7	29.0	29.95	+ 3.74	28.7	31.1	W. 0	W. 1	W. 0	calme	0.6	10	9	0	8	3.1	...	....
27	26.8	25.0	23.5	25.73	- 0.47	23.3	28.7	W 0	NW. 1	WNW. 0	calme	1.5	10	10	9	10	...	...	....
28	25.8	26.1	27.1	25.90	- 0.28	24.2	27.2	WNW. 0	NW. 1	W. 0	calme	1.3	10	3	8	7	3.9	0.1	1
29	26.6	25.3	23.7	25.40	- 0.77	22.9	26.9	W. 0	N. 1	W. 0	calme	1.1	9	9	8	8	4.0	5.3	5
30	22.5	22.8	22.6	22.64	- 3.53	21.9	23.4	W. 0	WNW. 1	NW. 0	WNW. 1	3.1	10	7	10	7	3.1	2.4	1
31	21.8	21.6	22.4	21.87	- 4.29	21.2	22.7	WNW. 0	SSW. 1	S 1	SSW. 1	4.6	9	10	10	9	1.1	3.8	1
Mois	28.29	27.89	28.00	28.05	+ 1.54							5.64	8.3	6.4	6.0	6.5	129.8	57.7	48

GENÈVE — OCTOBRE 1910

Jour du mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	14.3	18.8	15.3	**16.06**	+ **3.65**	13.5	**20.9**	98	70	93	89	+ 8	68	99	16.9	+ 0.3	1730
2	12.2	18.3	14.9	14.93	+ 2.69	11.4	19.9	98	76	94	90	+ 9	75	99	....	.....	1725
3	14.9	16.2	12.4	14.59	+ 2.51	11.9	16.7	93	73	87	88	+ 7	70	98	15.9	+ 0.5	1715
4	9.1	14.8	12.3	12.31	+ 0.40	7.1	16.3	88	60	74	68	−13	45	90	15.5	+ 0.2	1735
5	6.9	16.0	13.3	11.98	+ 0.24	5.6	17.8	97	55	71	75	− 6	45	98	15.3	+ 0.1	1717
6	11.0	14.0	11.1	12.29	+ 0.72	10.2	15.0	71	53	65	**64**	**−17**	50	78	14.5	− 0.6	1767
7	8.5	10.6	8.9	8.95	− **2.45**	6.4	12.0	77	65	91	76	− 5	60	97	14.0	− 1.0	1710
8	4.5	13.1	10.9	9.46	− 2.07	3.3	17.4	96	75	87	86	+ 4	53	98	14.0	− 0.8	1687
9	7.7	16.0	13.8	11.83	+ 0.78	6.6	18.2	97	66	80	84	+ 2	48	97	....	.....	1685
10	11.2	15.7	10.2	12.66	+ 1.78	9.2	17.2	96	70	96	88	+ 6	65	97	14.5	− 0.1	1667
11	7.7	13.9	10.7	10.65	− 0.06	6.6	15.0	97	71	94	89	+ 7	69	100	14.4	− 0.1	1680
12	10.7	14.4	11.9	11.95	+ 1.42	9.1	14.8	98	88	98	**95**	+**13**	85	100	14.3	0.0	1675
13	11.0	14.1	11.2	12.05	+ 1.69	10.5	15.5	98	80	94	91	+ 9	70	99	14.2	0.0	1645
14	7.2	15.0	12.9	11.35	+ 1.17	6.7	15.8	98	78	90	90	+ 8	75	100	14.1	0.0	1690
15	12.1	14.9	10.5	12.83	+ 2.83	9.5	16.0	93	75	97	87	+ 5	73	98	14.4	+ 0.5	1687
16	10.3	13.5	11.8	11.35	+ 1.52	8.6	13.9	95	80	86	89	+ 7	75	99	....	.....	1675
17	11.1	15.1	9.9	12.09	+ 2.44	9.0	16.3	86	75	97	86	+ 4	70	98	14.1	+ 0.4	1710
18	9.1	14.0	8.4	10.71	+ 1.24	7.1	16.3	100	72	88	89	+ 6	61	100	14.0	+ 0.5	1705
19	5.2	14.8	11.1	9.70	+ 0.41	3.7	16.6	96	60	76	79	− 4	55	96	14.0	+ 0.6	1695
20	9.4	15.6	9.5	11.15	+ 2.04	6.0	15.7	85	45	86	73	−10	**44**	96	13.9	+ 0.6	1680
21	5.7	9.6	6.3	6.95	− 1.98	4.5	10.4	80	57	82	78	− 5	55	97	13.0	− 0.2	1697
22	5.3	10.6	8.4	8.03	− 0.72	4.5	11.6	92	58	73	77	− 6	56	93	11.3	− 1.7	1700
23	6.1	10.4	5.5	7.78	− 0.79	4.3	11.0	91	67	90	83	0	65	93	....	.....	1685
24	5.3	9.4	8.3	**6.94**	− 1.15	3.0	9.8	91	79	89	89	+ 6	76	96	12.0	− 0.7	1672
25	7.1	13.0	7.4	9.45	+ 1.24	6.4	14.1	94	68	96	85	+ 2	60	97	12.3	− 0.3	1677
26	3.1	10.8	6.3	**6.94**	− 1.10	**2.1**	13.7	100	82	97	93	+10	78	100	12.4	− 0.1	1647
27	6.7	10.1	8.8	8.09	+ 0.23	1.6	10.6	100	82	93	93	+10	80	100	12.6	+ 0.3	1682
28	5.4	10.2	8.6	8.31	+ 0.63	4.9	12.0	96	86	96	92	+ 9	85	97	12.4	+ 0.2	1680
29	8.2	13.3	9.4	10.43	+ 2.93	7.4	14.9	96	73	88	86	+ 3	68	97	12.5	+ 0.4	1645
30	9.2	11.4	8.9	10.54	+ 3.22	6.9	16.5	98	68	92	86	+ 3	65	100	....	.....	1685
31	9.1	10.7	10.6	10.30	+ 3.16	7.6	14.2	93	95	88	88	+ 5	71	96	12.5	+ 0.7	1612
Mois	8.57	13.55	10.29	10.72	+ 0.84	7.04	15.04	93	71	88	85	+ 2			13.77	− 0.21	1689

MOYENNES DE GENÈVE. — OCTOBRE 1910

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	31.64	31.50	31.61	30.85	31.05	30.43	30.76	31.32	31.14
2e »	29.30	29.14	29.05	29.46	28.55	28.06	28.35	28.56	28.81
3e »	24.58	24.46	24.58	24.99	24.42	24.01	24.46	24.82	24.54
Mois	28.38	28.24	28.29	28.32	27.89	27.39	27.75	28.12	28.05

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+11.09	+10.01	+10.03	+12.87	+15.35	+15.57	+13.29	+11.61	+12.48
2e »	9.66	9.24	9.41	12.17	14.47	14.11	11.90	10.11	11.38
3e »	6.84	6.31	6.47	9.35	11.14	11.33	9.05	7.69	8.52
Mois	+ 9.12	+ 8.45	+ 8.57	+11.40	+13.55	+13.58	+11.34	+ 9.74	+10.72

Fraction de saturation en %.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
1 décade	88	90	91	78	66	67	81	84	81
2e »	93	95	95	84	72	75	87	92	87
3e »	94	95	94	84	74	75	86	90	86
Mois	92	93	93	82	71	72	85	89	85

Dans ce mois l'air a été calme 296 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{75}{22} = 3.41$.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique.....		28.06
Nébulosité		6.9
Température	$\frac{7+1+9}{3}$..	+10°.80
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$..	+10°.68
Fraction de saturation.....		84 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér..	(1836-1875).	26.51
Nébulosité..	(1847-1875).	6.9
Hauteur de pluie..	(1826-1875).	101mm.0
Nombre de jours de pluie.	(id.).	12
Température moyenne...	(id.).	+9°.88
Fraction de saturat.	(1849-1875).	83%

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CELIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIERE
Hauteur d'eau en mm.	50.7	62.2	55.8	60.9	62.4	66.2	48.7

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	49.5	57.7	50.1	41.1	47.6	45.9

Insolation à Jussy : 118h6 en octobre.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE

OCTOBRE 1910

Le 3, pluie le soir.
le 4, forte bise le matin.
le 5, forte bise le soir.
le 6, fort vent le soir.
le 7, pluie et fort vent.
les 11, 12, 13 et 14, pluie et très fort vent.
le 15, très fort vent.
du 19 au 25, pluie et neige.
les 21, 22 et 27, forte bise.
les 28 et 29, très fort vent.
le 30, pluie.

GRAND SAINT-BERNARD — OCTOBRE 1910

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	73.7	73.5	74.1	**73.8**	+ 8.0	73.5	**74.2**	calme	calme	SW. 1	calme	0	4	0	1	....	....
2	73.9	73.5	73.3	73.6	+ 7.8	72.8	74.0	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	8	9	0	6	....	....
3	72.1	72.3	72.5	72.3	+ 6.6	72.1	72.6	SW. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	8	10	10	9	17.8	....
4	71.8	72.4	72.9	72.4	+ 6.8	71.7	73.0	NE. 3	NE. 1	NE. 1	NE. 2	10	4	0	5	..	....
5	71.9	71.0	69.3	70.7	+ 5.2	68.8	72.3	NE. 1	NE. 2	NE. 3	NE. 2	0	0	10	3	....	....
6	67.6	66.8	66.3	66.9	+ 1.5	66.2	68.7	NE. 1	NE. 2	SW. 4	NE. 2	0	1	10	4	....	....
7	67.1	67.0	66.8	67.0	+ 1.7	66.4	67.1	SW. 4	SW. 3	SW. 3	SW. 3	9	10	10	10	10.3	1
8	65.6	66.0	67.4	66.3	+ 1.1	65.5	68.0	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	....	....
9	68.4	67.7	68.6	68.2	+ 3.1	67.6	68.7	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	4	9	10	8	....	....
10	67.8	67.8	68.6	68.1	+ 3.0	67.8	68.7	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	1	5	0	2	....	....
11	68.0	67.7	67.5	67.7	+ 2.7	66.6	68.2	SW. 3	SW. 3	SW. 3	SW. 3	6	5	10	7	7.5	....
12	65.9	65.8	65.4	65.7	+ 0.8	65.2	66.6	SW. 4	SW. 4	SW. 5	SW. 4	10	10	10	10	34.3	...
13	65.0	66.8	70.1	67.3	+ 2.5	65.0	71.8	SW. 4	SW. 4	SW. 3	SW. 4	10	10	10	10	**47.4**	....
14	72.5	73.0	73.4	73.0	+ 8.3	72.1	73.4	SW. 1	SW. 4	NE. 3	SW. 1	10	7	3	7	0.5	....
15	73.2	73.3	72.9	73.1	+ **8.5**	72.2	73.3	SW. 4	SW. 4	NE. 2	SW. 4	2	6	2	3	....	....
16	71.8	71.0	70.4	71.1	+ 6.6	70.0	72.5	SW. 2	SW. 1	NE. 1	SW. 1	0	2	1	1	....	....
17	69.3	68.9	68.2	68.8	+ 4.4	67.9	70.1	NE. 2	NE. 1	NE. 2	NE. 2	0	1	10	4	....	....
18	67.3	67.6	67.2	67.4	+ 3.0	66.8	68.0	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	6	6	7	....	....
19	65.6	65.8	63.4	64.9	+ 0.6	62.2	66.1	SW. 3	SW. 2	SW. 2	SW. 2	4	3	9	5	0.8	1
20	60.1	59.2	57.5	58.9	- 5.3	56.3	62.0	SW. 4	SW. 3	SW. 3	SW. 3	10	3	10	8	17.9	18
21	55.3	56.5	58.0	**56.6**	- **7.5**	**55.3**	58.1	SW. 1	NE. 3	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	33.8	**29**
22	58.2	59.0	59.5	58.9	- 5.1	58.1	59.5	NE. 3	NE. 1	NE. 2	NE. 2	10	3	10	8	8.0	10
23	59.5	60.5	61.7	60.6	- 3.4	59.5	61.8	NE. 1	SW. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	0.7	1
24	61.9	62.0	63.7	62.5	- 1.4	61.8	64.3	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	0.9	1
25	65.0	66.8	67.0	66.3	+ 2.5	64.4	67.9	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	3	0	0	1	2.0	2
26	68.5	68.7	68.7	68.6	+ 4.9	68.1	68.8	SW. 1	SW. 2	NE. 1	SW. 1	3	4	0	2	....	....
27	66.6	66.7	65.9	66.4	+ 2.8	65.9	67.6	NE. 2	NE. 2	NE. 3	NE. 2	10	9	10	10	....	....
28	66.1	66.3	66.8	66.4	+ 2.8	66.0	66.8	SW. 3	SW. 2	NE. 3	SW. 3	10	10	10	10	....	....
29	66.3	66.7	65.5	66.2	+ 2.7	61.7	66.7	SW. 2	NE. 2	SW. 4	SW. 3	8	6	10	8	....	....
30	63.3	62.3	62.0	62.5	- 0.9	61.8	64.2	SW. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	0	7	3.3	....
31	60.5	60.4	60.8	60.6	- 2.8	60.4	61.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	8	8	3	6	....	....
Mois	66.77	66.87	66.95	66.86	+ 2.26							6.6	6.3	6.6	6.5	185.2	63

GRAND SAINT-BERNARD — OCTOBRE 1910

Jour du mois	Température 7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	Fraction de saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	+ 4.3	+ 9.9	+ 6.5	+ 6.9	+ 5.4	+ 4.1	+10.4	60	55	75	**63**	48	78
2	6.2	9.2	6.2	**7.2**	+ **5.8**	5.5	**11.2**	78	70	80	76	64	86
3	+ 4.6	6.5	0.8	4.0	+ 2.8	+ 0.6	7.3	88	91	100	93	80	100
4	- 0.5	2.4	0.6	0.8	- 0.3	- 0.8	3.2	100	95	99	98	78	100
5	+ 1.2	5.0	+ 1.4	2.5	+ 1.6	+ 1.0	5.3	76	71	100	82	62	100
6	+ 0.9	+ 4.5	- 3.6	+ 0.6	- 0.2	- 4.0	+ 4.9	72	65	100	79	57	100
7	- 1.7	- 0.4	- 1.2	- 1.1	- 1.7	- 4.5	0.0	68	96	100	88	66	100
8	- 0.4	- 0.2	- 0.4	- 0.3	- 0.8	- 1.0	+ 0.2	96	99	100	98	95	100
9	- 1.9	+ 1.2	- 0.1	- 0.3	- 0.6	- 2.0	1.4	100	89	99	96	83	100
10	- 0.6	4.3	+ 0.8	+ 1.5	+ 1.3	- 0.8	5.1	95	74	79	83	71	98
11	- 0.2	2.1	0.8	0.9	+ 0.9	- 0.3	2.5	100	86	99	95	83	100
12	+ 0.5	0.8	1.4	0.9	+ 1.0	+ 0.3	1.7	100	100	100	100	96	100
13	2.1	3.5	1.3	2.3	+ 2.6	1.1	4.1	100	100	100	100	97	100
14	3.0	5.8	4.8	4.5	+ 4.9	2.0	6.3	100	83	83	89	66	100
15	3.8	5.8	2.9	4.2	+ 4.8	3.1	6.2	75	74	85	78	65	94
16	2.0	4.9	+ 2.9	3.3	+ 4.0	+ 1.1	5.5	48	84	63	65	**44**	93
17	+ 1.0	+ 3.3	- 0.1	+ 1.4	+ 2.3	- 0.3	3.8	76	87	100	88	65	100
18	- 1.5	- 0.4	- 2.2	- 1.4	- 0.3	- 2.2	0.4	100	96	90	95	74	100
19	- 2.2	+ 0.8	- 1.4	- 0.9	+ 0.3	- 2.4	+ 1.1	73	74	95	81	67	98
20	- 2.4	- 1.5	- 3.4	- 2.4	- 1.0	- 3.6	- 1.3	100	75	100	92	71	100
21	- 5.2	- 4.3	- 6.5	- **5.3**	- **3.8**	- 7.0	- 3.8	97	100	96	98	93	100
22	- 7.2	- 3.2	- 4.3	- 4.9	- 3.2	- **7.4**	- 3.0	96	99	92	96	87	100
23	- 5.6	- 4.3	- 5.3	- 5.1	- 3.3	- 6.1	- 2.9	95	96	96	96	92	98
24	- 5.6	- 4.5	- 5.2	- 5.1	- 3.1	- 6.5	- 4.1	95	95	95	95	94	97
25	- 3.5	+ 1.0	- 1.5	- 1.3	+ 0.8	- 6.2	+ 1.2	95	78	74	82	71	97
26	- 0.5	- 2.4	- 1.3	- 1.4	+ 0.9	- 2.4	1.4	64	84	85	78	60	94
27	- 0.4	- 0.2	- 2.2	- 0.9	+ 1.5	- 2.2	+ 0.2	79	81	100	87	69	100
28	- 2.5	- 1.6	- 2.6	- 2.2	+ 0.4	- 3.0	- 1.4	98	100	100	99	94	100
29	- 3.2	- 0.5	- 2.4	- 2.0	+ 0.7	- 4.3	- 0.1	96	98	100	98	92	100
30	- 1.3	+ 0.1	- 1.4	- 0.9	+ 2.0	- 2.0	+ 0.3	100	100	96	97	93	100
31	- 2.5	+ 1.2	- 2.2	- 1.2	+ 1.8	- 3.1	+ 1.3	93	85	100	93	80	100
Mois	- 0.62	+ 1.58	- 0.55	+ 0.14	+ 0.62	- 1.72	+ 2.21	88	86	93	89		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — OCTOBRE 1910

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

	Pression atmosphérique : 500mm +				Fraction de saturation en %			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	69.99	69.80	69.98	69.93	83	80	93	86
2e »	67.87	67.91	67.60	67.79	87	86	91	88
3e »	62.84	63.26	63.60	63.23	92	92	94	93
Mois	66.77	66.87	66.95	66 86	88	86	93	89

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	+ 1.21	+ 4.24	+ 1.10	+ 2.18	+ 1.91
2e »	+ 0.61	+ 2.51	+ 0.70	+ 1 28	+ 1.13
3e »	— 3.41	— 1.70	— 3.17	— 2.76	— 2.86
Mois	— 0.62	+ 1.58	— 0.55	+ 0.14	— 0.03

Dans ce mois l'air a été calme 22 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{66}{130} = 0.51$

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
Eau en millimètres.....	34.5	48.1	97.7	185.2
Neige en centimètres....	—	—	32	63

SUR

LA CAPACITÉ DE SATURATION

DES COMBINAISONS COLLOÏDALES

PAR

W. SPRING

J'ai montré, il y a quelque temps,[1] que l'enlèvement des souillures par l'eau de savon était du ressort de la *chimie des colloïdes*.

Les souillures en général, et notamment le *noir de fumée* qui s'y rencontre toujours, forment, avec les objets qu'elles salissent, une combinaison *d'adsorption* plus ou moins stable, suivant la nature chimique des matières en présence. Vient-on à plonger les objets salis dans de l'eau de savon, alors le *savon-acide* formé par l'hydrolyse du savon neutre est adsorbé par les souillures, mais cette combinaison colloïdale ne jouissant pas de la propriété *d'adhérer* aux corps solides, peut être emportée facilement par l'eau, ensuite de l'action mécanique du lavage.

On le voit, l'explication que j'ai cru pouvoir propo-

[1] *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 4e période, t. XXVII, p. 229; t. XXVIII, p. 569; t. XXIX, p. 42 et p. 365.

ser de l'action détersive des solutions de savon se base, surtout, sur ce que la force qui détermine l'adsorption de deux corps, serait, non seulement limitée en *intensité*, mais encore en *capacité*. Il en serait d'elle comme de l'*affinité proprement dite* qui non seulement diffère d'intensité suivant les espèces d'éléments combinés, mais qui est caractérisée aussi par une capacité de saturation, se manifestant de telle sorte, par exemple, que si du *chlore* se trouve combiné avec un métal, il ne pourra se combiner à un autre métal qu'à la condition de divorcer avec le premier.

De même, les phénomènes *d'adsorption* ne seraient pas à assimiler simplement aux phénomènes de *cohésion*, pour lesquels la capacité paraît ne pas intervenir, mais ils rappelleraient plutôt les phénomènes chimiques proprement dits : ce serait notamment le cas pour le *noir de fumée* et le *savon*, qui, lorsqu'ils sont adsorbés réciproquement sous l'eau, perdent la faculté d'adhérer fortement à la plupart, sinon à tous les corps solides.

Ce vestige de *capacité de saturation*, ou de *valence*, qui s'observerait entre des matières colloïdales bien éloignées de l'état atomique, mérite un examen attentif, car il se peut qu'il éclaire, un jour, la question, encore si obscure, des attractions moléculaires ou atomiques. — Mais avant de se livrer à des spéculations sur ce sujet, il importe de vérifier si cette *capacité de saturation des colloïdes*, qui s'est laissé soupçonner dans l'étude de l'action détersive des solutions de savon, s'affirme dans des circonstances voisines ; en un mot, il convient de vérifier si elle *est réelle*. Le travail actuel ne résoud pas encore la question d'une manière

définitive, mais il ajoutera peut-être quelques documents aux observations qui ont déjà été faites dans cette direction, surtout par M. W. Ostwald, quand il a constaté, entre autres faits, un équilibre chimique dans l'adsorption de l'*acide chlorhydrique* par le *noir animal*. C'est guidé par cette pensée que je me permets de faire connaître, à présent, ces observations complémentaires sur le sujet qui nous intéresse.

Pour rendre plus simples les conditions des expériences, j'ai remplacé, dans ces recherches, le *savon* par la *saponine*. Celle-ci ne subit pas l'hydrolyse avec la même facilité que le savon ; on n'a donc à compter, cette fois, qu'avec une substance unique et non avec deux corps, l'un acide et l'autre basique, que donne le savon, ce qui peut produire des complications.

Il s'agit de vérifier si le noir de fumée forme avec la saponine une *combinaison d'adsorption* privée de la faculté d'adhérer aux corps auxquels le noir de fumée adhère et, en outre, si le noir de fumée forme avec les corps qu'il souille, une combinaison d'adsorption *limitée*.

Avant de faire connaître le résultat des expériences nouvelles, qui d'ailleurs confirment les précédentes, il est utile d'être renseigné sur les matières dont il a été fait usage.

A. — La *saponine* provenait de la fabrique de M. E. Merck, à Darmstadt. — Elle contenait 8 °/₀ d'humidité et laissait 1.81 °/₀ de cendres.

Il était utile de déterminer, d'abord, si la solution de saponine dans l'eau jouit des propriétés des solutions colloïdales. Je me suis assuré, en premier lieu, qu'elle *s'illumine* fortement, en blanc-bleuâtre, sur le

passage d'un rayon lumineux intense, tout comme le font les solutions colloïdales. Toutefois, comme presque tous les corps organiques présentent la même particularité, à un degré plus ou moins fort, il était nécessaire de compléter l'examen avant de conclure.

A cet effet, j'ai soumis la solution de saponine à la dialyse, dans une vessie natatoire et j'ai examiné l'eau du dialyseur à l'aide de la lumière électrique. La dialyse a eu lieu, mais d'une manière si lente que le jour même de sa mise en marche il n'a pas été possible de constater la présence de la saponine dans l'eau dans laquelle plongeait la vessie, ni par l'éclairage électrique, ni par la formation d'écume, en agitant le liquide.

Le lendemain il n'en était plus de même ; la saponine avait passé dans l'eau d'une manière évidente.

J'ai vérifié ensuite si la solution de saponine éprouve l'*ana-* ou la *cataphorèse* entre deux de ses points, à potentiel électrique différent, comme c'est le propre des substances colloïdales. — La solution n'est pas une *électrolyte :* après 14 heures, il n'a été possible de recueillir que 3 cm. c., à peine, de gaz tonnant, par le passage d'un courant de 12 volts, ce qui répond au plus à 0.00035 ampères. — Néanmoins, il y a eu déplacement de la saponine dans la solution sous l'influence du courant. En effet, en évaporant à sec un poids connu de liquide prélevé à l'anode et un autre prélevé à la cathode, après un passage du courant pendant 22 heures, on a trouvé que le premier renfermait 0.90 °/₀ de saponine et le second 0.36 °/₀ seulement. — La différence dépasse de beaucoup les erreurs possibles ; on doit donc conclure que la sapo-

nine subit l'anaphorèse, c'est-à-dire qu'elle *remonte* le courant.

Il résulte de ces essais que la solution de saponine ne peut être regardée comme absolument colloïdale : elle occupe une place de *transition*, ses propriétés de *colloïde* sont peut-être seulement la conséquence de son grand poids moléculaire. Celui-ci a été trouvé égal à 765 par la cryoscopie.[1]

B. — Le *noir de fumée* a été absolument débarrassé de toute trace de matières grasses ou résineuses par un lavage à l'aide de vapeurs de benzine. — Il se mêlait à l'eau avec la plus grande facilité et formait avec elle une suspension persistante rappelant l'encre de Chine.

Expériences

1° — *Adsorption de la saponine par le noir de fumée.*

On sait depuis longtemps que la saponine rend les suspensions plus durables ; mais on n'a pas encore examiné ce phénomène au point de vue *quantitatif ;* la lecture des travaux publiés sur ce point laisse même l'impression qu'on a admis que la saponine agissait exclusivement en raison de sa masse[2].

J'ai donc cru utile de vérifier comment se comportent des suspensions de noir de fumée dans des solutions de saponine de titres divers. — A cet effet, j'ai préparé 18 solutions de titres décroissant régulièrement : la plus riche renfermait 7.5 % de saponine, et

[1] La formule la plus probable, $C_{32}H_{54}O_{18}$, donnée par Rochleder à la saponine, conduit à 726.

[2] *Comptes Rendus*, t. 31, p. 652 ; 1850.

la plus pauvre 0.0045 °/₀ seulement. Chacune d'elles a été agitée avec une quantité égale de noir de fumée, puis abandonnée au repos. Une suspension de noir de fumée dans l'eau pure servait de témoin.

Contrairement à ce qu'on eût pu attendre, les solutions les plus riches se sont clarifiées les premières; par exemple, la solution à 7 ½ °/₀ était redevenue claire après 4 heures de repos environ; puis les autres solutions ont suivi, mais très lentement; c'est ainsi que la clarification de la solution à 3.5 °/₀ n'a été constatée qu'à partir du quatrième jour de repos. — D'autre part, les solutions très pauvres en saponine se sont clarifiées de plus en plus vite, tout en restant toujours en arrière de la clarification du témoin. En un mot, on constate qu'il existe un *optimum* de concentration de saponine pour lequel la suspension de noir de fumée dure le plus longtemps; cet optimum se trouve entre les titres 2°/₀ et 3.5 °/₀.

Si l'on rend les solutions *acides* ou *alcalines*, même si faiblement que le tournesol commence seulement à marquer, elles se clarifient toutes en quelques heures sans que la région de l'*optimum* ne s'accuse. — Il est à supposer que la combinaison d'adsorption *noir de fumée-saponine* se détruit dans un milieu acide ou alcalin.

Il n'a pas été possible de déterminer, par la voie de l'analyse chimique, si le noir de fumée qui s'était déposé au fond des solutions précédentes avait entraîné avec lui une quantité notable de saponine. — Le dosage de la saponine par l'évaporation des solutions demande, naturellement, que celles-ci soient absolument clarifiées par le repos, car toute filtration doit être

exclue, or elles retenaient encore des traces plus ou moins fortes de noir de fumée en suspension et ne pouvaient donc pas être utilisées.

Mais si l'analyse chimique nous laisse en défaut ici, nous pouvons résoudre la question par la voie physique.

En effet, on a vu plus haut que la saponine *remonte* le courant électrique qui traverse sa solution ; j'ai montré d'autre part, dans un travail antérieur,[1] que le noir de fumée *descend* au contraire le courant. — Cette différence de polarité électrique rend déjà l'adsorption de la saponine au noir de fumée probable ; mais la preuve directe de cette adsorption est donnée par le fait que voici :

Si l'on fait passer un courant électrique par une suspension de noir de fumée dans une solution de saponine à un titre de la région *optima* (on a choisi 2 °/₀), on constate que le liquide se clarifie complètement à la cathode. Le noir de fumée marche à présent vers l'anode, c'est-à-dire qu'il remonte le courant au lieu de le descendre. Ce changement de direction est dû à ce que le noir de fumée est entraîné par la saponine qui remonte le courant. En effet, si l'on dose la saponine après évaporation du liquide de la cathode, ce qui est faisable ici, parce que la clarification est complète, on trouve 1.64 °/₀ au lieu de 1.84 que donne la solution à 2 °/₀ après évaporation jusqu'à poids constant. — Il résulte de là que non seulement la saponine et le noir de fumée *font corps*, mais encore que la saponine se déplace plus facilement dans le courant que le noir de fumée.

Ayant ainsi vérifié que le noir de fumée et la sapo-

[1] *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 4e pér., t. XXVII, p. 246.

nine s'agglutinent, nous allons voir, à présent, que cette agglutination n'est plus adsorbée par des corps solides avec la même énergie que ses deux constituants à l'état de liberté.

Si l'on verse, dans un filtre de papier, une suspension de noir de fumée dans l'eau pure, le filtrat est trouble, gris. — En le reversant continuellement sur le filtre, on finit par le priver tout à fait du noir qu'il tenait en suspension. Ce résultat est atteint quand le filtre est formé, c'est-à-dire quand l'adsorption est achevée.

Si l'on verse alors dans le filtre une solution de saponine (5 $^0/_0$), il passe un *filtrat trouble*. En reversant celui-ci sur le filtre, les filtrats suivants deviennent moins troubles, mais ils ne se clarifient cependant pas si vite que dans le cas précédent. — A première vue, on pourrait penser que le papier retient le noir de fumée malgré la saponine ; mais c'est une erreur. En effet, on remarque que partout où la solution de saponine a été versée, le filtre est dépouillé de noir de fumée. — La saponine détache donc le noir du papier, mais elle l'agglutine en une masse visqueuse qui ne passe plus par le filtre. — Pour contrôler cette conclusion, j'ai opéré comme je l'avais fait dans mes recherches sur le pouvoir détersif du savon, c'est-à-dire que j'ai formé un filtre enduit de noir de fumée seul, puis, après dessication, je l'ai retourné, pli par pli, de manière à mettre le noir à l'extérieur. Si l'on verse alors de l'eau pure dans le filtre, celle-ci fait tomber, naturellement, les grains de noir déjà détachés du papier, mais bientôt l'eau passe claire, tandis que le filtre est néanmoins encore tout noir. L'adsorption du noir au papier est donc assez forte pour résister au courant d'eau. — En ajoutant à l'eau quelque

peu de saponine, le noir de fumée subit une vraie débâcle ; il ne reste plus que le filtre coloré en gris par les grains de noir insinués dans l'épaisseur du papier.

Cette expérience montre bien, je crois, que le noir de fumée perd sa propriété d'être adsorbé par le papier, quand il a lui-même adsorbé de la saponine.

On peut encore vérifier la chose d'autres manières. — J'ai d'abord fait un *crayon* en broyant du noir de fumée avec un peu d'argile humide et en laissant la pâte se déssécher après l'avoir moulée en cylindre. Ce crayon marquait très bien sur du papier à écrire ; le trait était noir mat et tenait bien.

Ensuite, j'ai fait un autre crayon en ajoutant, cette fois, de la saponine aux matières premières. — Ce crayon ne laissait pour ainsi dire plus de trace sur le papier, bien qu'on opérât sous les mêmes pressions qu'avec le premier ; il ne paraissait pourtant pas beaucoup plus dur quand on le taillait au couteau. — Si l'on diminue la proportion de saponine dans la préparation des crayons, on arrive à des produits qui marquent de nouveau sur le papier, aussi bien, en apparence, qu'un crayon sans saponine, mais l'*adhérence* du trait au papier reste considérablement plus faible. — Ces traits *à la saponine* s'enlevaient en deux ou trois passes, à l'aide d'une gomme à effacer (marque de l'Eléphant), tandis que les autres demandaient une friction de bien plus longue durée.

Au lieu de noir de fumée, j'ai employé, ensuite, le graphite pur que j'ai broyé avec de l'argile, sans ou avec saponine, pour en faire des crayons ; les résultats ont été les mêmes. Enfin, j'ai broyé la mine d'un crayon Gilbert n° 2, dans une solution de saponine et reconstitué, si non le crayon, du moins la mine. Cette

fois encore, le trait à saponine était bien plus facile à effacer que l'autre.

J'ai varié alors l'épreuve en imprégnant le papier de saponine et non plus le crayon. Pour cela j'ai passé une couche de solution de saponine sur le papier, à l'aide d'un pinceau. Ce papier, après dessication, prend presque aussi facilement un trait de crayon qu'avant la préparation, mais il ne le garde pas. — On peut déjà enlever une partie du trait à l'aide d'un linge, le reste s'efface avec la plus grande facilité à l'aide de la gomme.

Une dernière épreuve a été celle-ci : j'ai enduit du papier sur lequel j'avais tracé des traits au crayon, d'une couche de saponine. Après dessication, la gomme *n'a plus enlevé ces traits ;* pour les faire partir, il a fallu frictionner jusqu'à user le papier. — C'est que, cette fois, la matière du trait se trouvant couverte de saponine, n'adhérait plus à la gomme, tandis qu'elle continuait à adhérer au papier, dont elle n'était plus séparée par la saponine.

Il reste à nous assurer, à présent, si le noir de fumée forme *des combinaisons d'adsorption limitée.* — On se renseigne facilement de la manière suivante :

On agite une suspension de noir de fumée dans l'eau pure avec de la pâte de papier[1] qui *adsorbe du noir*, pendant quelque temps. On recueille la pâte sur un linge. On exprime celui-ci et on laisse sécher la pâte, qui est grise. — Le liquide qui a passé par le linge est encore aussi noir qu'avant son agitation avec la pâte. — On recommence les opérations en mettant chaque fois la pâte de côté et l'on constate bientôt,

[1] Cette pâte a été préparée en effilochant, sous l'eau, du papier à filtrer.

c'est-à-dire après la quatrième ou la cinquième reprise, que l'eau est redevenue presque claire ; elle a donc abandonné tout le noir de fumée. D'autre part, les différents paquets successifs de pâte desséchés présentent tous une teinte grise de même intensité, à peu près, soit qu'ils proviennent du liquide de tête qui était fortement chargé de noir, ou du liquide déjà moins riche en noir ; seul, le liquide de queue, qui ne renfermait presque plus de noir, ne teignait plus le papier d'une manière aussi intense.

En somme, la couleur des pâtes desséchées n'est pas en rapport simple avec la proportion de noir de fumée contenue dans l'eau. — Or, si la pâte à papier ne gagne rien de plus, quand elle est mêlée à une suspension plus riche en noir de fumée, c'est que la capacité de saturation de la cellulose pour le noir de fumée (ou inversement) est limitée. — Nous nous trouvons donc en présence, ici, d'un phénomène qui rappelle, point par point, la *teinture*, et qui nous prouve, une fois de plus, que les propriétés manifestées par les solutions des substances colloïdales vraies se retrouvent aussi, bien qu'atténuées, dans les suspensions.

Les faits que je viens de rapporter ne sont pas encore suffisants pour permettre de conclure, d'une manière certaine, à l'existence d'une *capacité de saturation* dans les combinaisons entre colloïdes, comme on l'a constatée dans le domaine des atomes. — Je me propose de continuer ces recherches ; leur résultat, qu'il soit positif ou négatif, éclairera nécessairement la question de l'évolution de l'*affinité chimique* vers la *cohésion physique*, à mesure de la complication de la matière.

SUR

L'ÉQUIVALENCE D'UN CIRCUIT PLAN

INFINIMENT PETIT

ET

D'UN AIMANT ÉLÉMENTAIRE

PAR

L. de la RIVE

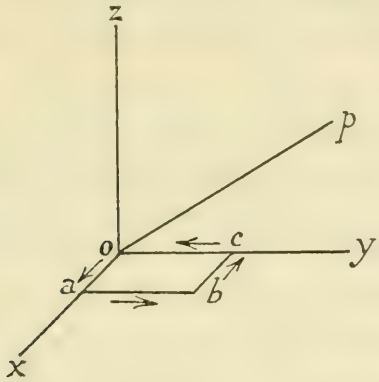
Dans la traduction française du *Traité d'électricité et de magnétisme* de Maxwell[1], une intéressante note des éditeurs a pour objet de déduire cette équivalence de la loi de Laplace, tandis que Maxwell en fait un point de départ expérimental. La démonstration, indiquée succinctement, exige l'intégration de la force exercée par un élément de courant sur un pôle magnétique par rapport à un circuit plan de très petites dimensions.

On peut démontrer l'équivalence très simplement, sans employer d'intégration, en considérant un circuit plan carré infiniment petit, ce qui est suffisant, puisqu'une surface peut être décomposée de cette manière.

Je prends le circuit dans le plan $x\,y$ du système d'axes orthogonal et je le forme des deux longueurs

[1] *Traité d'électricité et de magnétisme*, par C. Maxwell. Traduction de Seligmann-Lui. T. II, p. 172.

élémentaires dx et dy avec l'origine à l'un de ses angles. Je cherche, d'après la loi de Laplace, l'action



exercée sur le pôle p, le sens du courant indiqué par des flèches étant celui qui correspond à un aimant ayant son pôle positif au-dessus du plan xy. Soit i l'intensité du courant et supposons en p un pôle positif unité.

Soient x, y, z, r, les coordonnées de p et la distance op : le tableau suivant donne les cosinus directeurs :

	x	y	z
r....	$\frac{x}{r}$	$\frac{y}{r}$	$\frac{z}{r}$
normale à x et r....	o	$\frac{-\frac{z}{r}}{\sin(x.r)}$	$\frac{\frac{r}{y}}{\sin(x.r)}$
normale à y et r....	$\frac{\frac{z}{r}}{\sin(y.r)}$	o	$\frac{-\frac{x}{r}}{\sin(y.r)}$

L'élément de courant cb exerce une action normale à x et à r dont la valeur est :

$$-\frac{idx \sin(x.r)}{r^2}$$

le signe négatif étant dû à la direction du courant par rapport à l'axe positif des x.

Les composantes sont d'après le tableau des cosinus directeurs, en laissant de côté i,

$$Y_1 = \frac{z\,dx}{r^3} \qquad Z_1 = -\frac{ydz}{r^3}$$

On tient compte de l'élément oa dirigé en sens contraire en prenant la différentielle de ces expressions par rapport à y et en changeant le signe parce que la différenciation porte sur les coordonnées de l'origine et non sur celles de p. On obtient ainsi :

$$Y'_1 = \frac{3zydxdy}{r^5} \qquad Z'_1 = \frac{1}{r^3} - \frac{3y^2}{r^5}$$

L'élément de courant ab exerce une action normale à y et à r dont la valeur est :

$$\frac{idy \sin(y.r)}{r^2}$$

et les composantes sont :

$$X_2 = \frac{zdy}{r^3} \qquad Z_2 = -\frac{ydy}{r^3}$$

On tient compte de l'élément bc dirigé en sens contraire en prenant la différentielle de ces expressions par rapport à x et en changeant le signe, d'où résulte :

$$X'_2 = \frac{3zxdzdy}{r^5} \qquad Z'_2 = \left[\frac{1}{r^3} - \frac{3y^2}{r^5}\right] dxdy$$

En sorte que les trois composantes de la force exercée sur p sont :

$$X = \frac{3xzidxdy}{r^5} \quad Y = \frac{3xyidxdy}{r^5} \quad Z = \left[\frac{1}{r^3} - \frac{3(x^2+y^2)}{r^5}\right] idxdy$$

En ajoutant et retranchant $3/r^3$ de l'expression entre parenthèses de Z, on obtient :

$$Z = \left[-\frac{1}{r^3} + \frac{3z^2}{r^5}\right] idxdx$$

D'autre part, en désignant par μ l'intensité magnétique du pôle de l'aimant élémentaire, parallèle à oz, on obtient les composantes de son action sur p en prenant la différentielle par rapport à z des trois composantes

$$\frac{\mu x}{r^3} \qquad \frac{\mu y}{r^3} \qquad \frac{\mu z}{r^3}$$

et en changeant le signe, ce qui donne :

$$X = \frac{3xz}{r^5}\mu dz \qquad Y = \frac{3yz}{r^5}\mu dz \qquad Z = \left[-\frac{1}{r^3} + \frac{3z^2}{r^5}\right]\mu dz$$

Il suffit, pour identifier les valeurs, d'égaler la puissance du circuit élémentaire $idzdy$ au moment magnétique de l'aimant élémentaire, μdz.

QUELQUES

RECHERCHES SUR LE VOLCANISME

SIXIÈME ET DERNIÈRE PARTIE

LE KILAUEA

PAR

Albert BRUN
Licencié ès sciences à Genève

(Avec la planche XI)

(Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève le 1er décembre 1910)

Les recherches sur le volcanisme et l'exhalaison volcanique, dont les premiers résultats ont été publiés dans ce recueil en l'année 1905, se terminent par le présent mémoire (le VIe) qui est relatif au Kilauea.

Comme il est de la plus haute importance de fixer *complètement* le rôle de l'eau dans le volcan, je me suis rendu au Kilauea, île d'Hawaï, dans l'espérance que ce volcan, si grand, contribuerait, lui aussi, à fournir les preuves que l'émanation paroxysmale est sèche.

L'amplitude de sa région chaude, son grand nombre de fumerolles, le magnifique lac de lave en fusion, qui occupe son cratère (Halemaumau), permettent des contrôles variés, qu'il est inutile de chercher autre part à la surface du globe.

Les résultats ont dépassé en précision tout ce que

j'avais espéré, Ils sont tellements nets, que je considère le problème du rôle de l'eau comme résolu d'une manière si complète qu'il n'y a plus lieu, pour moi, de continner cette investigation.

Morphologie — Constitution

Le Halemaumau (Everlasting Fire) a été trop souvent décrit pour que j'y revienne avec détails. Je renvoie aux mémoires de William-T. Brigham, Sc. D.[1]

Pour l'intelligence du texte relatif à mes expériences, je me contenterai d'exposer ce que le « pit » était lors de ma visite en juillet-août 1910.

Le Halemaumau, cratère actuel, est un puits (pit) rocheux à parois verticales, s'ouvrant dans les masses des laves superposées, et très peu inclinées, qui remplissent l'ancienne caldeira du Kilauea.

Le rim est donc d'accès facile ; le diamètre peut en être de près de 600 mètres.

Le lac de lave fondue occupait le fond du cratère, à environ 80 mètres de profondeur. Les parois intérieures du pit sont abruptes. Un palier de lave refroidie, irrégulier, faisait un escalier à environ 15 à 20 mètres par place en contrebas du rim, à l'intérieur.

Ce palier, fendu par des fissures d'affaissement, laissait échapper par ses craquelures d'énormes fumées. Les parois rocheuses, très roides entre lui et le lac, étaient perforées par d'importantes fumerolles. Les plus puissantes correspondant peut-être (?) à un petit lac de lave, étaient localisées dans la région Sud-Est

[1] The volcanoes of Kilauea and Mauna Loa on the Island of Hawaï. *Memoirs of the Bernice Pauahi Museum.* Vol. II, n° 4. Honolulu 1909.

du Halemaumau, où, autant que la fumée pouvait permettre de voir, existait un cratère à parois rocheuses disloquées. De plus, de puissantes fumerolles sortaient de la paroi ouest. Toutes ces fumées réunies formaient un énorme panache blanc qui, entraîné par le vent alizé du N-E, allait se perdre dans le lointain, balayant un grand espace depuis le rim jusqu'aux confins du dédésert de Kau.

Pendant toute la durée de mes expériences, du 21 juillet au 5 août, le lac eut une forme ovaloïde, avec 250 mètres de grand axe est-ouest, et 60 à 70 de petit, nord-snd.

La lave, bien liquide, sortait à l'ouest sous une sorte de voûte incandescente, où les gaz, émis avec sifflements et grondements, provoquaient des jets et des vagues qui venaient battre les bords voisins de la bouche.

De nombreuses bulles gazeuses, réparties un peu partout, mais surtout dans la région ouest du lac, lançaient des jets columnaires de lave en fusion, ou bien soulevaient certaines portions en dômes qui, en retombant, provoquaient de nouvelles vagues.

Cependant, de très larges dômes étaient nettement élevés au-dessus du niveau du lac par leur vitesse ascensionnelle acquise et non pas par des grosses bulles gazeuses. La surface incandescente était à une température telle, que la lave s'y figeait et formait alors des radeaux flottants ridés et cordés par les pressions latérales. Il était alors facile de voir s'engendrer les cordes et d'en suivre le développement sur de grandes longueurs.

Les radeaux, du reste, étaient constamment brisés

par des jets de lave fondue, ou fendus et détruits par les tractions.

Tout le lac était animé d'un mouvemeut continu de l'ouest à l'est, et les radeaux au centre, de même que ceux arrachés des bords, ainsi que le liquide lui-même, venaient disparaître à l'est, où souvent se formaient des sortes d'entonnoirs d'appel, violents, où les masses se précipitaient en un mouvement convergent et tumultueux.

Certains jours, grâce à des trous formés dans la muraille du pit, on put distinguer, à l'est, des cavernes vastes, de belle teinte orangée, qui semblaient être des prolongements de ces puits d'appel.

La vitesse moyenne du courant était d'environ 60 mètres à la minute, ce qui est considérable.

L'impression que me fit ce mouvement perpétuel, fut que je me trouvais, peut-être, en présence d'un *fleuve souterrain continu de lave fondue* dont une portion seulement était décapée et par conséquent visible, bien plutôt qu'en face d'un puits se remplissant depuis en bas, avec des oscillations de niveau.

Le palier dont j'ai parlé, était, avec certaines précautions, accessible. Il était constamment dans la fumée et c'est là que j'ai prélevé mes principaux échantillons et obtenu plusieurs mesures, complétées par celles effectuées au rim.

Les fumées y étaient parfois assez intenses pour masquer tous les objets à une distance de trois pas (2 m. 50 repérés).

Inutile d'insister sur le fait que le séjour dans un pareil milieu ne pouvait se prolonger au delà de peu de minutes.

Cependant, si la fumée est un peu diluée dans l'air, on peut la supporter quelque temps.

Le volcan se prête donc très bien à une vérification de la théorie aqueuse.

J'ai déjà dit que Brigham s'opposait à ce que le Halemaumau émette des gaz humides, et ai cité dans mon 3me mémoire (1908) ce qu'il écrivait à ce sujet.

A propos du débordement de laves hors du pit Halemaumau, qui eut lieu en 1886 (mars), le Prof. James D. Dana exposa une théorie du volcanisme dans l'*American Journal of Science*, vol. XXXIII, février 1887.[1]

Sans tenir aucun compte des observations très exactes faites par Brigham en 1864, que je viens de citer *(op. cit.)*, il annonce qu'il y a eu *abundant discharge of vapors of water* (page 105).

Les preuves qu'il en donne sont plutôt faibles, voire même enfantines. Il tombe dans la commune erreur de croire que le nuage blanc est un nuage de vapeur d'eau condensée. Il dit :

« Many facts show that the vapors are chiefly those « of water, as is generally believed.

« The features of the clouds were those of ordinary « clouds, and the shrubbery and ferns about the mar- « gin of the crater derived luxuriant growth from the « condensed moisture. »

Je me demande, en vain, où J. Dana a pu voir une végétation luxuriante ? Les environs du Halemaumau, et *bien des lieues encore sous le vent*, présentent le spectacle du désert le plus aride et le plus sec que l'on puisse imaginer.

[1] James D. Dana. — Kilauea after the Eruption of March 1886.

Il avoue cependant candidement que : *no direct experiments were made.*

Malgré cette restriction, il affirme que les fumées acides sont riches en eau, parce que l'ingénieur Emerson a pu y séjourner une demi-heure. Or, page 90, *op. cit.*, Emerson écrit :

« ... and continued my work without regard to the
« smoke, which was blown... over my head : ...
« ..., but though at times, I was obliged to stand aside
« for a moment, to avoid the smoke, I suffered no
« special discomfort either then or afterward. »

Je ne vois, par ce texte, aucune preuve que la fumée ait été à ce moment-là aqueuse.

J. Dana croit, comme du reste d'autres auteurs très modernes, que la vésicularisation de la lave est due à la vapeur d'eau ; et, il croit aussi, à la pénétration de l'eau dans le magma fondu ? Page 108, parag. 10 :

« The introduction of outside water, whether ma-
« rine or fresh, into the lava conduit, has often been
« thought an impossibility ; and still it must be a fact,
« as this is the only means of getting required water. »

Tout ce raisonnement serait excellent si le Halemaumau émettait de l'eau ; mais comme il n'en émet *pas*, cette théorie croule et va rejoindre, dans le chapitre de l'histoire de l'évolution de la science vulcanologique, toutes celles, plus ou moins fantaisistes, publiées jusqu'à ce jour, et ayant l'eau ou l'hydrogène comme base,

Il va être facile de trancher la question.

Expériences

Les expériences furent effectuées tout comme au

Bromo, au Mérapi et au Papandajan, avec cette différence que la facilité d'accès du rim, et l'énorme développement des fumées paroxysmales, permettaient les essais les plus nombreux et les plus variés.

La méthode d'investigation fut la suivante : Je mesurai alternativement l'état hygrométrique dans l'air et dans la fumée à des moments aussi rapprochés que possible. De plus, les canalisations précédemment décrites (Teyde, etc.) m'amenaient au laboratoire portatif les gaz et les fumées du cratère où ils étaient analysés sur place.

Enfin, je traversais les fumées en longeant le rim sous le vent, et mesurais tous les 50 mètres le titre hygrométrique du panache blanc, titre qui était comparé à celui de l'air avant d'entrer dans les fumées et après en être sorti.

Finalement, je descendis dans le cratère sur le palier intérieur déjà cité ci-dessus, et prélevais des échantillons de gaz qui furent analysés complètement au retour.

Ce palier était pour ainsi dire constamment dans la fumée. Avec certaines précautions il fut repéré une direction permettant de s'approcher d'un cratère au sud-est, qui semblait fournir le maximum de panache blanc. Ce palier était très chaud, chaque fente donnait son exhalaison et les roches étaient brûlantes. L'épaisseur des fumées était souvent telle que j'eus parfois de la peine à retrouver ma route. Rien n'était plus visible à la distance de 2 m. 50 seulement.

Ce fut au milieu de cette atmosphère que dix échantillons furent prélevés (voir pl. XI).

Les fumées sont solides

A côté des preuves précédemment fournies[1] de la solidité de la fumée, le Kilauea permet d'en fournir la vérification directe. La canalisation était formée par des tubes de verre qui plongeaient très loin le long de la muraille rocheuse du rim ; elle aspirait les fumées les plus épaisses possible.

Tout le long des tubes, il se déposa un fin duvet opaque blanc. Ce duvet dissous dans l'eau, et celle-ci évaporée, fournit de nombreux cristaux de NaCl, KCl et salmiac, accompagnés de fines poussières de silice blanche.

Ces sels étaient fortement acides, grâce au HCl fixé sur eux. L'on obtint le même résultat avec les échantillons prélevés sur le palier. Aucune condensation aqueuse quelconque ne se fit le long des tubes.

Arc-en-ciel

Une expérience due à un concours heureux de circonstances permit encore de s'assurer et de confirmer le fait que l'exhalaison blanche est solide.

Me trouvant, au lever du soleil par un temps clair, sur le rim, je vis mon ombre projetée sur les fumées qui constituaient un écran blanc et mat. L'ombre du rim se projetait aussi avec la plus grande netteté. Des photographies en furent prises.

Or, il n'y eut aucune apparence de cercle de halo, aucune auréole brillante quelconque autour de l'ombre de l'observateur, comme c'est le cas, et comme cela existe toujours, lorsque semblable observation se

[1] Cinq premiers mémoires.

fait vis-à-vis des nuages ou brouillards constitués par de l'eau. Les petits brouillards qui s'échappent des fumerolles humides sont *toujours brillants*, et sitôt que le soleil est convenablement placé, l'arc-en-ciel se forme.

Hygrométrie

Les nombreux dosages effectués permirent d'établir des colonnes comparatives de valeurs numériques et d'établir des courbes de la variation hygrométrique de l'air pur et de l'atmosphère mélangée à l'exhalaison du cratère (voir pl. XI).

Les courbes établissent que toujours les fumées sont plus sèches que l'air ambiant.

L'exhalaison solide deshydrate l'atmosphère, souvent à tel point que l'eau atmosphérique disparaît *totalement* dans les fumées les plus épaisses. L'humidité de l'air se retrouvant *en entier* fixée sur les sels hygroscopiques de l'exhalaison. La différence dans la teneur en eau est d'autant plus marquée que le vent emporte avec lui des fumées plus épaisses.

Il fut facile de faire de nombreux contrôles,

Les fumerolles aqueuses sont très abondantes sur le champ de lave qui entoure le cratère.

Or, en se déplaçant dans le filet d'air sous le vent qui véhicule les gaz de ce genre de fumerolle, l'hygromètre indique avec la plus grande netteté l'augmentation de la teneur en eau, quand bien même aucune vapeur n'est visible.

Ce contrôle fut répété aussi souvent que je pus. Même à 200 pas de distance, sous le vent d'une petite fumerolle humide, l'hygromètre accusait une conden-

sation se faisant 2 degrés plus haut que celle de l'air ambiant. Si je me rapprochais, les écarts montaient à 10 et même 13 degrés en plus de l'air, pour le filet gazeux fumerollien.

Comment admettre que l'énorme cratère et son énorme panache puissent posséder de l'eau seulement en traces, quand l'instrument accuse des filets d'air humide de 15 pas seulement de largeur, alors que le panache s'étale sur 600 mètres ! (voir pl. XI).

Je considère donc la preuve comme faite que : L'exhalaison paroxysmale d'un volcan est parfaitement sèche.[1]

Analyse

La roche est du type basaltique, elle est vitreuse. On distingue fort peu de cristaux. Il n'y a que les péridots qui soient bien formés. Les gaz extraits de la lave de 1886, par le vide à 1100°, ont la composition suivante :

Quantité des gaz par kilog. en cc.	233
Salmiac par kilog. en milligr. . .	12
Chlorures volatilisés » : .	50

Comp. centes. en vol.	
Cl_2 . . .	5,58
HCl . . .	1,71
SO_2 . . .	4,72
CO_2 . . .	69,09
CO . . .	11,60
CH_4 . . .	0,85
H_2 . . .	6,10
N_2 . . .	0,3
	99,95

[1] Les courbes seront publiées en détail dans un ouvrage qui est sous presse actuellement.

Les fumerolles à 340° ont fourni du soufre, de l'acide sulfurique libre imprégnant les pierres, des sulfates divers et du sulfate de titane abondant et soluble dans l'eau. C'est, je crois, la première fois que ce sel a été constaté dans la nature.

Couronne rouge

Les fumerolles humides qui entourent à distance le pit altèrent la roche et la rubéfient. Il se forme une *couronne rouge* qui est séparée du cratère par une couronne intérieure noire des roches inaltérées.

Ceci démontre évidemment et une fois de plus que, du moment que les roches les plus rapprochées du point paroxysmal sont intactes, c'est que le cratère n'émet pas d'eau. La température de ces roches noires est si basse qu'elle permet toutes les condensations.

Températures

Le Kilauea est peut-être un des volcans les plus chauds du globe ; en discutant bien mes observations, j'arrive à adopter pour la température des points les plus chauds du lac Halemaumau 1290°, avec une erreur possible de 40 degrés.

Cela explique pourquoi les coulées sont si fluides. Elles ne peuvent pas cristalliser — l'augite n'existe pas — et elles coulent comme un fluide, tandis qu'aux autres volcans, dont la lave est chargée de cristaux de première consolidation, le magma pâteux est gêné dans son mouvement. Il ne reste pas assez de verre pour permettre une grande mobilité à la coulée.

Conclusions

Les conclusions finales seront donc la répétition pour le Kilauea de ce qui a été déjà publié pour d'autres volcans :

1° Le paroxysme est anhydre ;

2° Les fumerolles aqueuses constituent un épiphénomène.

Il ne me reste plus qu'à remercier le lecteur d'avoir bien voulu suivre, aussi longtemps, l'exposé de mes recherches ; j'espère être arrivé à le convaincre.

A propos du mémoire de A. Woeikof

SUR

L'EXTENSION DU HÊTRE

FONCTION DU CLIMAT

PAR

Augustin de CANDOLLE

Dans le mémoire *sur l'extension du hêtre*, qu'il vient de faire paraître dans les *Archives* (vol. XXIX, p. 506), M. Woeikof, ayant été amené à comparer les chiffres qu'il a obtenus pour des sommes de température aux chiffres publiés par Alphonse de Candolle, dans la *Géographie botanique raisonnée*, s'est étonné que ces derniers soient beaucoup plus élevés que ceux qu'il a trouvés lui-même. Qu'il me soit permis de montrer ici que cette discordance n'est qu'apparente, et qu'elle provient dans une large mesure d'une différence dans la manière de calculer les sommes de température. En effet, la méthode clairement décrite, et constamment suivie par l'auteur de la *Géographie botanique raisonnée*, consiste à faire la somme *totale* des températures moyennes, à partir du jour où la moyenne thermique s'élève au-dessus du minimum nécessaire à la plante, et jusqu'au jour où elle retombe au même minimum en automne. Ce procédé élimine les tempé-

ratures négatives, mais il fait état de toutes les températures positives, y compris celles qui sont jugées inutiles parce qu'elles n'ont pas d'action apparente sur l'espèce considérée.

La méthode par laquelle on retranche de chacune des moyennes qui composent les sommes de température tous les degrés depuis 0° jusqu'au minimum de l'espèce, a le double inconvénient de donner une idée incomplète de la température totale éprouvée par la plante, et de faire dépendre cette somme de la durée de la période de végétation. Il n'est donc pas certain que cette méthode soit supérieure à l'autre. Quoi qu'il en soit, il importe surtout de ne comparer que des chiffres obtenus par un même procédé ; et, avant de rapprocher les sommes d'A. de Candolle de celles de M. Woeikof, il convient de retrancher des premières les valeurs positives du thermomètre jusqu'à 5°, qui est considéré comme le minimum spécifique du hêtre. On obtient ainsi pour Edimbourg une somme de 1378°, très voisine de celle de M. Woeikof.

En ce qui concerne la limite supérieure du hêtre, et moyennant la même correction, le tableau d'A. de Candolle cité par M. Woeikof se présente ainsi :

	Hauteur mètres	Somme des températures au-dessus de 5°
Carpathes	1280	750°
Alpes bernoises . . .	1312	659°
Suisse orientale . . .	1494	671°
Mont Ventoux . . .	1666	727°
Etna	2160	499°[1]

[1] J'ai pu m'assurer que le chiffre de 1043° pour la limite supérieure sur l'Etna, qui se trouve indiqué dans la *Géographie botanique raisonnée*, p. 290 et 311, résulte d'une erreur de calcul. Il doit être remplacé par celui de 1264°.

Si l'on compare le tableau ci-dessus à celui de M. Woeikof (p. 638), on trouve dans ce dernier les sommes de 790° pour les Carpathes et de 800° pour l'Aigoual à une limite un peu inférieure à celle du Mont Ventoux. Quant à la discordance des sommes des deux auteurs pour les Alpes suisses, elle provient probablement, soit des données météorologiques plus parfaites utilisées par M. Woeikof, soit de la manière de calculer le décroissement avec l'altitude. Il est donc permis d'admettre que les valeurs proposées par A. de Candolle sont trop faibles.

Enfin, en ce qui concerne l'Etna, étant donné que M. Woeikof a pu calculer le décroissement à partir de Catane, au lieu de Palerme dont la moyenne annuelle est de 2° inférieure à celle de Catane, mais qu'il s'est arrêté à l'altitude de 1800^{m} au lieu de 2160^{m}, on comprend que son chiffre soit trop élevé et celui d'A. de Candolle trop bas; et l'on peut fixer la somme des températures pour la limite supérieure du hêtre sur cette montagne aux environs de 800°.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1909

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

R. GAUTIER

Professeur et directeur de l'Observatoire de Genève.

(Suite et fin[1]*)*

VI. Pluie et neige.

Le *tableau XXIII* fournit, pour *Genève*, les données relatives à l'eau tombée, et, pour le *Grand Saint-Bernard*, celles relatives à la fois à l'eau recueillie et à la neige. Le petit tableau suivant donne, en outre, les hauteurs de *neige* mesurées en 1909 à l'*observatoire de Genève*. Elles sont très supérieures à ce qu'elles étaient l'année précédente, et même supérieures, comme total, à ce qu'elles étaient en 1907. C'est que l'hiver de 1908 à 1909 a été froid, long et a duré jusqu'après le milieu de mars.

Neige à Genève en 1909.

cm.					
11	en décembre	1908	en	3	jours
3	» janvier	1909	»	3	»
15	» février	»	»	5	»
51	» mars	»	»	9	»
.....					
4	» décembre	»	»	2	»
80	dans l'année	météorologique	en	20	jours
73	» »	civile	»	19	»

[1] Voir *Archives*, t. XXX, p. 507.

XXIII. Pluie et neige. 1909.

PÉRIODE	GENÈVE. Nombre de jours.	GENÈVE. Eau tombée. mm	GENÈVE. Nombre d'heures.	SAINT-BERNARD. Nombre de jours.	SAINT-BERNARD. Eau tombée. mm	SAINT-BERNARD. Hauteur de la neige. cm
Décembre 1908.	11	37.7	68	12	107.1	134
Janvier 1909 ..	10	29.8	61	10	107.5	162
Février	6	21.2	45	9	55.6	65
Mars	22	90.6	110	28	127.0	151
Avril	12	46.2	37	11	110.1	91
Mai	10	30.7	27	10	67.5	69
Juin	18	109.7	83	18	181.0	72
Juillet	11	45.3	36	7	82.2	37
Août	11	75.8	33	8	160.5	5
Septembre	13	59.4	29	5	88.7	8
Octobre	18	131.9	88	11	187.1	95
Novembre	8	58.6	45	9	46.5	50
Décembre	21	155.2	141	24	233.9	291
Hiver	27	88.7	174	31	270.2	361
Printemps	44	167.5	174	49	304.6	311
Eté	40	230.8	152	33	423.7	114
Automne	39	249.9	162	25	322.3	153
Année météorol	150	736.9	662	138	1320.8	939
Année civile ..	160	854.4	735	150	1447.6	1096

Le *tableau XXIV* indique les écarts entre les moyennes de Plantamour et les totaux de 1909 pour le nombre de jours de pluie et pour la hauteur d'eau tombée, aux deux stations, dans les divers mois, les saisons et l'année.

L'année 1908 avait été à peu près normale aux deux stations, avec, pour l'année météorologique, un léger excédent d'eau. En 1909, nous avons une année météorologique plutôt sèche à Genève ; mais l'année civile dépasse la moyenne à cause du très pluvieux mois de décembre. En revanche il a plu souvent, et le nombre des jours de pluie dépasse sensiblement les chiffres moyens. Au St-Bernard, l'excédent d'eau se

XXIV. ÉCARTS AVEC LES MOYENNES DE PRÉCIPITATIONS. 1909.

PÉRIODE	GENÈVE. Jours de pluie.	GENÈVE. Eau tombée. mm	GRAND St-BERNARD. Jours de pluie.	GRAND St-BERNARD. Eau tombée. mm
Décembre 1908.	+ 2	- 13.3	+ 4	+ 34.0
Janvier 1909...	0	- 19.0	- 1	- 21.6
Février.....	- 2	- 15.3	0	- 38.0
Mars.....	+ 12	+ 43.4	+ 17	+ 30.1
Avril.....	+ 1	- 10.6	0	- 9.9
Mai.....	- 2	- 48.5	- 1	- 52.6
Juin	+ 7	+ 33.8	+ 8	+ 79.6
Juillet.....	+ 2	- 25.5	- 2	+ 7.1
Août.....	+ 1	- 4.6	- 1	+ 74.7
Septembre.....	+ 3	- 34.9	- 4	- 27.3
Octobre	+ 6	+ 30.9	+ 1	+ 44.8
Novembre	- 3	- 15.4	- 1	- 52.1
Décembre.....	+ 12	+ 104.2	+ 16	+ 160.8
Hiver.....	0	- 47.6	+ 3	- 25.6
Printemps.....	+ 11	- 15.7	+ 16	- 32.4
Eté	+ 10	+ 3.7	+ 5	+ 161.4
Automne	+ 6	- 19.4	- 4	- 34.6
Année météorol.	+ 27	- 79.0	+ 20	+ 68.8
Année civile...	+ 37	+ 38.5	+ 32	+ 195.6

manifeste déjà pour l'année météorologique et il y a aussi un grand nombre de jours de pluie.

Aux deux stations, l'été seul est trop humide, mais tandis qu'à Genève il ne fournit que 4 millimètres de trop, au St-Bernard l'excédent est considérable et dépasse la somme des déficits des trois autres saisons.

Le mois le plus sec est février à Genève, comme il est de règle, et novembre au Grand St-Bernard. Mais, au point de vue relatif, le mois de mai est encore plus sec et accuse les écarts négatifs les plus forts. Aux deux stations le mois le plus humide est octobre pour l'année météorologique comme c'est le cas ordinaire, et décembre 1909 pour l'année civile.

La *statistique de la pluie* a été, comme d'ordinaire, poussée plus loin pour les observations de *Genève*.

Le *tableau XXV* donne, pour chaque mois, la plus longue période de sécheresse, ou le nombre maximum de jours consécutifs sans pluie, et la plus longue période pluvieuse, ou le nombre maximum de jours consécutifs où la pluie a été recueillie. La plus longue période de sécheresse est en février ; la plus longue période pluvieuse, en mars.

Le même tableau indique le nombre de jours où la hauteur de pluie mesurée a été inférieure à 1^{mm} et à 1/4 de millimètre. — Enfin, ce tableau donne le maximum de pluie recueilli chaque mois; quant au nombre de jours où la hauteur d'eau tombée a atteint ou dépassé 30 millimètres, il est de nouveau de deux cette année, en octobre et en décembre 1909.

Comme complément à ces indications, il sera intéressant de noter ici, comme précédemment, le relevé des plus violentes averses enregistrées durant un court espace de temps au pluviomètre d'Usteri-Reinacher.

Date, 1909		mm.	min.	mm. par min.
juin	9	2	2	1.0
»	29	3.2	10	0.32
août	3	7	5	1.4
»	»	3	5	0.6
»	9	2	5	0.4
»	10	3	3	1.0
sept.	10	9	8	1.13
»	12	14	35	0.4
»	»	dont 6	10	0.6
»	14	2	2	1.0
oct.	14	3	10	0.3

Contrairement à ce que je constatais l'année dernière, quelques-unes de ces averses ont été assez importantes et ont dépassé le millimètre à la minute.

XXV. Périodes de sécheresse et de pluie. — GENÈVE. 1909.

PÉRIODE	PÉRIODES DE SÉCHERESSE	PÉRIODES PLUVIEUSES	PLUIE dans les 24 heures au-dessous de		PLUIE dans 24 heures	
			1mm	0mm.25	Maximum mm.	Chute dépassant 30 mm.
Décembre 1908 .	16 jours (24 novembre-9)	3 jours (10-12, 17-19, 27-29)	2 jours	0 jour	7.9 le 10	—
Janvier 1909....	9 » (30 décembre-7)	6 » (11-16)	5 »	1 »	11.0 le 12	—
Février	14 » (17-2 mars)	2 » (10-11, 15-16)	2 »	1 »	12.1 le 10	—
Mars	2 » (5-6, 27-28)	10 » (17-26)	8 »	1 »	19.5 le 19	—
Avril	10 » (2-11)	4 » (17-20)	5 »	3 »	27.5 le 27	—
Mai.....	7 » (2-8)	4 » (25-28)	3 »	1 »	6.5 le 9	—
Juin	5 » (17-21)	5 » (22-26)	3 »	3 »	28.7 le 22	—
Juillet	13 » (12-24)	6 » (6-11)	1 »	0 »	12.1 le 10	—
Août	5 » (3-7, 11-15)	3 » (8-10)	3 »	1 »	17.6 le 21	—
Septembre	5 » (24-28)	3 » (8-10, 12-14)	4 »	2 »	21.3 le 12	—
Octobre	6 » (14-20)	8 » (29 septembre-6)	4 »	1 »	31.7 le 5	1
Novembre	11 » (3-13)	6 » (14-19)	2 »	1 »	24.7 le 15	—
Décembre	8 » (9-16)	9 » (30 novembre-8)	4 »	1 »	32.3 le 1	1
Année météorol.	14 jours (17 février-2 mars)	10 jours (17-26 mars)	42 jours	15 jours	31.7 le 5 oct. 1909	1
Année civile....	Id.	Id.	44 »	16 »	32.3 le 1 déc. 1909	2

XXVI. GENÈVE, 1909.

Période.	Durée relative de la pluie.	Nombre moyen d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 heure.
		h	mm
Décembre 1908	0.091	6.18	0.55
Janvier 1909	0.082	6.10	0.49
Février	0.067	7.50	0.47
Mars.	0.148	5.00	0.82
Avril	0.051	3.08	1.25
Mai	0.036	2.70	1.14
Juin	0.115	4.61	1.32
Juillet	0.048	3.27	1.26
Août	0.044	3.00	2.30
Septembre	0.040	2.23	2.05
Octobre	0.118	4.89	1.50
Novembre	0.064	5.62	1.30
Décembre	0.190	6.71	1.10
Hiver	0.081	6.44	0.51
Printemps	0.079	3.95	0.96
Eté	0.069	3.80	1.52
Automne	0.074	4.15	1.54
Année météorol	0.076	4.41	1.11
Année civile	0.084	4.59	1.16

Le *tableau XXVI* a pour but de permettre la comparaison des différents mois entre eux et des quatre saisons entre elles au point de vue des précipitations atmosphériques. Il est, à cet effet, calculé de façon à éliminer les inégales durées des mois et des saisons. On y trouve : 1° la *durée relative de la pluie*, ou la fraction obtenue en divisant le nombre d'heures de pluie par le nombre total d'heures de la période ; 2° le *nombre moyen d'heures de pluie* par jour de pluie, obtenu en divisant, pour chaque période, le nombre d'heures de pluie par le nombre de jours de pluie ; 3° *l'eau tombée dans une heure*, obtenue en divisant la hauteur d'eau tombée durant la période par le nombre d'heures de pluie de

la période ; ce dernier chiffre représente donc l'intensité moyenne de la précipitation.

La *tableau XXVII* contient le relevé général des observations faites dans les douze stations pluviométriques du canton de Genève et à l'observatoire. Je suis heureux de profiter de cette circonstance pour adresser mes sincères remerciements aux douze observateurs qui continuent à nous fournir régulièrement les hauteurs de pluie tombées sur notre petit territoire.

Le *tableau XXVIII* fournit, d'une façon analogue, les hauteurs de pluie et de neige tombées dans les quatre stations pluviométriques qui existent le long du val d'Entremont. J'exprime aussi ma reconnaissance aux observateurs de ces stations, qui veulent bien nous communiquer régulièrement le relevé de leurs mesures.

Le *tableau XXIX* indique le nombre de *jours d'orage* ou *jours de tonnerre* à Genève, ainsi que le nombre de jours où des *éclairs* ont été vus à l'horizon sans que le bruit du tonnerre fût perceptible. Le nombre des orages est presque égal à celui que Plantamour avait déduit de la moyenne des années de 1846 à 1875 (25).

Les trois averses de *grêle* constatées en 1909 ont été heureusement peu importantes et n'ont pas fait de dégâts.

VII. Nébulosité.

La nébulosité s'exprime par les nombres de *zéro* à *dix* : *zéro* correspond à un ciel entièrement clair, *dix* à un ciel entièrement couvert. La mesure de la nébulosité se fait, à *Genève*, aux six observations diurnes, au *Grand Saint-Bernard*, trois fois par jour. La moyenne

XXVII. Stations pluviométriques du canton de Genève. 1909.

Station :	*Céligny*	*Collex*	*Chambésy*	*Châtelaine*	*Satigny*	*Athenaz*	Compesières	*Veyrier*	*Genève*	*Cologny*	*Puplinge*	*Jussy*	*Hermance*
Altitude :	424 m.	440 m.	433 m.	425 m.	465 m.	428 m.	478 m.	423 m.	406 m.	452 m.	445 m.	470 m.	380 m.
Observat. : M.	Esquivillon	G. André	L. Perrot	Ch. Platel	F. Sulzer	J.-J. Decor	J. Babel	B. Babel	Observatoire	E. Dupont	A. Dunant	J. Micheli	Ch. Nyauld
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1908..	75.1	63.0	49.7	42.8	63.0	52.9	48.3	38.0	37.7	35.5	33.4	36.4	45.4
Janv. 1909.	63.9	49.7	41.8	38.9	52.1	33.7	29.2	24.7	29.8	29.7	28.4	30.0	32.9
Février....	46.4	41.2	29.5	25.8	38.6	28.7	29.9	19.5	21.2	19.9	17.2	19.5	30.0
Mars.....	109.3	111.9	100.7	91.4	114.0	103.6	86.5	98.0	90.6	80.0	97.1	94.9	96.9
Avril.....	60.4	56.4	58.3	45.2	48.0	38.4	43.0	50.4	46.2	56.3	53.1	62.2	55.9
Mai.....	46.4	44.5	48.3	35.1	21.2	21.3	28.8	28.8	30.7	34.9	29.1	39.4	41.8
Juin.....	139.0	141.6	114.3	130.2	109.2	105.4	111.2	124.4	109.7	105.9	119.1	135.5	121.9
Juillet.....	85.1	64.1	65.7	55.0	71.4	50.2	70.4	59.9	45.3	50.6	49.8	67.5	56.6
Août.....	64.6	56.2	73.7	75.6	49.8	49.0	90.0	93.5	75.8	75.1	76.5	83.4	68.2
Septembre.	58.1	51.8	71.1	34.3	62.6	57.4	44.8	41.1	59.4	57.8	35.3	48.9	65.6
Octobre...	155.3	165.4	143.1	138.3	143.0	138.8	141.2	149.5	131.9	135.2	133.0	150.0	153.9
Novembre..	77.2	72.9	63.7	64.5	62.1	58.7	59.4	54.5	58.6	65.8	56 8	63.7	73.8
Décembre..	193.5	190.1	173.8	162.2	203.2	178.0	130.5	153.9	155.2	154.1	134.4	150.8	157.2
Hiver.....	185.4	153.9	121.0	107.5	153.7	115.3	107.4	82.2	88.7	85.1	79.0	85.9	108.3
Printemps.	216.1	212.8	207.3	171.7	183.2	163.3	158.3	177.2	167.5	171.2	179.3	196.5	194.6
Été.....	288.7	261 9	253.7	260.8	230.4	204.6	271.6	277.8	230.8	231.6	245.4	286.4	246.7
Automne..	290.6	290.1	277.9	237.1	267.7	254.9	245.4	248.1	249.9	258.8	225.1	262.6	293.3
An. météor.	980.8	918.7	859.9	777.1	835.0	738.1	782.7	785.3	736.9	746.7	728.8	831.4	842.9
An. civile..	1099.2	1045.8	984.0	896.5	975.2	863.2	864.9	901.2	854.4	865.3	829.8	945.8	954.7

XXVIII. Stations pluviométriques du val d'Entremont. 1909

Station	Martigny		Orsières		Bourg-St-Pierre		Gr. St-Bernard	
Altitude	474m		900m		1630m		2476m	
PÉRIODE	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm
Décembre 1908.	45.2	26	40.5	34	43.4	56	107.1	134
Janvier 1909 ..	55.6	21	43.8	19	30.0	46	107.5	162
Février	8.8	9	5.8	15	16.1	23	55.6	65
Mars	39.6	28	23.0	16	30.0	34	127.0	151
Avril	34.9	—	32.8	3	39.6	—	110.1	91
Mai	30.4	3	22.8	5	51.0	6	67.5	69
Juin	59.9	—	78.3	—	101.2	—	181.0	72
Juillet	60.6	—	60.3	—	79.1	—	82.2	37
Août	65.9	—	(70.0)[1]	—	137.4	—	160.5	5
Septembre	31.2	—	40.8	—	84.6	—	88.7	8
Octobre	97.8	—	71.5	—	69.0	—	187.1	95
Novembre	34.6	—	26.0	4	23.4	21	46.5	50
Décembre	139.5	13	124.5	20	85.9	107	233.9	291
Hiver	109.6	56	90.1	68	89.5	125	270.2	361
Printemps	104.9	31	78.6	24	120.6	40	304.6	311
Eté	186.4	—	208.6	—	317.7	—	423.7	114
Automne	163.6	—	138.3	4	177.0	21	322.3	153
Année mét....	564.5	87	515.6	96	704.8	186	1320.8	939
Année civile ..	658 8	74	599.6	82	747.3	237	1447.6	1096

XXIX. Orages. — GENÈVE, 1909.

PÉRIODE	Jours de tonnerre.	Jours d'éclairs sans tonnerre.	Grêle
Décembre 1908	—	—	—
Janvier 1909	—	—	—
Février	—	—	—
Mars	1	—	—
Avril	1	—	—
Mai	7	1	1 le 27
Juin	4	—	—
Juillet	2	4	—
Août	4	1	—
Septembre	3	—	2 les 10 et 11
Octobre	2	—	—
Novembre	—	—	—
Décembre	—	—	—
Année météorol	24	6	3
Année civile	24	6	3

[1] Entre parenthèses, parce que ce chiffre est interpolé.

XXX. Nébulosité. 1909.

PÉRIODE.	GENÈVE Jours clairs	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts	Nébulosité moyenne	SAINT-BERNARD Jours clairs	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts	Nébulosité moyenne
Déc. 1908.	1	3	4	23	8.4	12	4	8	7	4.4
Janv. 1909.	4	6	3	18	7.0	17	5	3	6	3.2
Février....	8	6	3	11	5.6	9	6	6	7	4.8
Mars.....	3	6	5	17	7.0	3	8	10	10	6.4
Avril.....	14	4	3	9	4.1	12	5	4	9	4.5
Mai.....	8	11	7	5	4.6	9	6	7	9	5.0
Juin.....	4	3	9	14	6.6	1	5	8	16	7.5
Juillet....	9	6	8	8	5.1	7	9	3	12	5.7
Août.....	9	10	8	4	4.5	11	7	2	11	4.9
Septembre.	2	10	13	5	5.8	5	6	4	15	6.6
Octobre...	1	10	5	15	6.8	8	5	5	13	5.7
Novembre.	2	6	8	14	7.3	16	5	2	7	3.5
Décembre .	2	1	4	24	8.6	3	5	6	17	7.2
Hiver.....	13	15	10	52	7.0	38	15	17	20	4.1
Printemps.	25	21	15	31	5.3	24	19	21	28	5.3
Eté.....	22	19	25	26	5.4	19	21	13	39	6.0
Automne..	5	26	26	34	6.6	29	16	11	35	5.3
Année mét.	65	81	76	143	6.1	110	71	62	122	5.2
» civile	66	79	76	144	6.1	101	72	60	132	5.4

de ces six, ou trois, observations, donne la moyenne diurne de la nébulosité, représentée par un chiffre sans fraction. Pour les mois, les saisons et l'année, la nébulosité est exprimée par la moyenne des nébulosités de tous les jours de la période. Le chiffre principal est alors accompagné de dixièmes.

Dans le *tableau XXX*, la *nébulosité* et l'état du ciel sont exprimés sous deux formes pour les deux stations : à la cinquième colonne, par la nébulosité moyenne, puis, dans les quatre premières, par une classification des jours de la période en *clairs*, *peu nuageux*, *très nuageux* et *couverts*. Ces désignations comprennent les jours dont la nébulosité s'exprime par un certain nombre

XXXI. ÉCARTS DE LA NÉBULOSITÉ. 1909.

PÉRIODE	GENÈVE Moyennes 1847-1875	GENÈVE Ecarts pour 1909	SAINT-BERNARD Moyennes 1846-1867	SAINT-BERNARD Ecarts pour 1909
Décembre 1908....	8.3	+ 0.1	4.5	- 0.1
Janvier 1909.....	7.9	- 0.9	5.0	- 1.8
Février.....	6.7	- 1.1	5.3	- 0.5
Mars.....	6.1	+ 0.9	5.9	+ 0.5
Avril.....	5.8	- 1.7	6.7	- 2.2
Mai.....	5.8	- 1.2	6.9	- 1.9
Juin.....	5.4	+ 1.2	6.5	+ 1.0
Juillet.....	4.4	+ 0.7	5.5	+ 0.2
Août.....	4.7	- 0.2	5.8	- 0.9
Septembre.....	4.9	+ 0.9	5.8	+ 0.8
Octobre.....	6.9	- 0.1	6.1	- 0.4
Novembre.....	7.8	- 0.5	5.4	- 1.9
Décembre.....	8.3	+ 0.3	4.5	+ 2.7
Hiver.....	7.6	- 0.6	4.9	- 0.8
Printemps.....	5.9	- 0.6	6.5	- 1.2
Eté.....	4.8	+ 0.6	5.9	+ 0.1
Automne.....	6.6	0.0	5.8	- 0.5
Année météorol...	6.2	- 0.1	5.8	- 0.6
Année civile.....	6.2	- 0.1	5.8	- 0.4

des onze chiffres qui représentent la nébulosité : les chiffres 0, 1 et 2 correspondent aux jours clairs ; 3, 4 et 5, aux jours peu nuageux ; 6 et 7, aux jours très nuageux ; 8, 9 et 10, aux jours couverts.

Le *tableau XXXI* fournit les écarts de la nébulosité aux deux stations par rapport aux moyennes calculées par Plantamour sur les observations des années de 1847 à 1875 pour Genève, et de 1846 à 1867 pour le Grand Saint-Bernard. Ces moyennes figurent également dans le tableau, multipliées par 10 pour les ramener à la nouvelle échelle adoptée depuis l'année 1901.

A *Genève*, la nébulosité a été, en moyenne, un peu inférieure à la normale de Plantamour. La majorité des mois et des saisons présentent des écarts négatifs.

XXXII. Brouillard. GENÈVE, 1909.

PÉRIODE	Brouillard tout le jour.	Brouillard une partie de la journée.	Nombre total.
Décembre 1908	1	4	5
Janvier 1909	—	1	1
Février	—	—	—
Mars	—	1	1
Avril	—	1	1
Mai	—	—	—
Juin	—	—	—
Juillet	—	—	—
Août	—	—	—
Septembre	—	1	1
Octobre	—	5	5
Novembre	—	—	—
Décembre	—	—	—
Année météorol ...	1	13	14
Année civile	0	9	9

Les mois les plus nébuleux ont été les deux mois de décembre au point de vue absolu, et le vilain mois de juin au point de vue relatif. Le mois le plus clair a été avril, aussi bien au point de vue absolu qu'au point de vue relatif.

Au *Grand Saint-Bernard*, l'année a été de nouveau plus claire que la moyenne de Plantamour. L'automne est presque normal, les autres saisons sont claires, surtout le printemps. Il n'y a que quatre mois qui présentent des écarts positifs dans l'année météorologique, puis décembre 1909 a été très nuageux, moins cependant que juin. Le mois le plus clair, au point de vue absolu a été janvier, ce qui est normal. Au point de vue relatif, c'est avril, comme à Genève.

Le *tableau XXXII* donne, pour *Genève*, le nombre de jours de brouillard observés. Il y en a beaucoup moins que la moyenne de Plantamour (33), soit pour l'année météorologique, soit surtout pour l'année civile.

VIII. Durée d'insolation.

Comme je l'ai annoncé au début du résumé, un nouvel héliographe, appartenant au Bureau météorologique central de Zurich, a été installé à côté de notre ancien appareil, et cela le 15 janvier. Ce sont les indications fournies par ce nouvel instrument qui ont été publiées dès le mois de février dans notre bulletin mensuel.

Pour le résumé annuel, je crois bien faire en publiant les données fournies par les deux héliographes, pour autant du moins qu'elles existent réellement. Elles manquent en effet, pour le nouveau, au mois de décembre 1908 et dans la première moitié du mois de janvier 1909. J'ai, dans le tableau XXXIV, ajouté quelquelques heures de soleil aux indications de l'ancien héliographe pour obtenir celles du nouveau. Je me suis basé pour cela sur les indications de la seconde moitié de janvier 1909 et sur celles des mois de décembre 1909 et de janvier 1910. Je mets cependant ces totaux entre parenthèses, de même que ceux de l'hiver et de l'année météorologique et civile.

Quant à la répartition de l'insolation aux différentes heures de la journée, elle ne figure pas au tableau XXXIV pour les mois de décembre 1908 et de janvier 1909, non plus que pour l'hiver ni pour l'année.

Sous ces réserves, les *tableaux XXXIII et XXXIV* fournissent, heure par heure, la *marche diurne de la durée d'insolation* indiquée par les deux héliographes installés à l'observatoire, aux divers mois, saisons et année 1909, la treizième où ces observations se font à Genève. Les deux dernières colonnes du tableau

XXXIII. Marche diurne de la durée d'insolation. GENÈVE. 1909 (Ancien héliographe)

PÉRIODE	MATIN							SOIR							Durée d'insolation	Moyenne diurne
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7		
	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Déc. 1908..	—	—	—	—	0.7	2.4	3.5	5.4	3.6	2.4	0.8	—	—	—	18.8	0.61
Janv. 1909.	—	—	—	1.6	4.2	6.1	6.4	11.7	11.3	10.4	5.0	—	—	—	56.7	1.83
Février....	—	—	0 5	3.8	6.1	9.5	11.4	13.8	14.5	15.5	15.8	6.6	0.5	—	98.0	3.50
Mars	—	0.1	2.9	6.3	12.4	14.0	15.0	12.8	11.1	11.1	10.7	6.5	—	—	102.9	3.32
Avril.....	—	7.7	18.5	18.7	19.9	21.8	22.4	22.7	21.8	22.6	21.5	21.1	13.3	1.1	233.1	7.77
Mai.....	3.7	19.2	21.0	21.8	22.9	25.4	25.1	24.6	24.0	21.5	22.7	21.8	17.7	4.5	275.9	8.90
Juin	2.9	9.2	14.3	16.3	14.4	17.1	17.4	19.5	16.5	16.9	14.5	12.4	10.0	4.1	185.5	6.18
Juillet.....	5.5	16.8	19.8	19.8	21.7	21.3	21.1	20.3	19.8	19.0	18.5	16.6	14.9	7.8	242.9	7.84
Août.....	0.9	9.3	13.9	17.9	19.6	20.7	22.1	23.8	24.5	24.4	21.8	20.0	16.7	3.5	239.1	7.71
Septembre.	—	0.5	6.4	10.9	17.1	17.7	19.9	18.9	19.1	16.6	15.4	12.0	2.4	—	156.9	5.23
Octobre ...	—	—	1.6	2.5	5.7	10.7	13.7	17.8	16.8	15.4	15.0	11.7	—	—	110.9	3.58
Novembre .	—	—	0.2	2.2	4.4	8.2	10.8	11.1	13.3	11.3	8.2	1.0	—	—	70.7	2.36
Décembre..	—	—	—	2.0	4.2	4.6	7.2	7.5	5.5	4.4	1.2	—	—	—	36.6	1.18
Hiver.....	—	—	0.5	5.4	11.0	18.0	21.3	30.9	29.4	28.3	21.6	6.6	0.5	—	173.5	1.93
Printemps.	3.7	27.0	42.4	46.8	55.2	61.2	62.5	60.1	56.9	55.2	54.9	49.4	31.0	5.6	611.9	6.65
Eté	9.3	35.3	48.0	54.0	55.7	59.1	60.6	63.6	60.8	60.3	54.8	49.0	41.6	15.4	667.5	7.26
Automne..	—	0.5	8.2	15.6	27.2	36.6	44.4	47.8	49.2	43.3	38.6	24.7	2.4	—	338.5	3.72
Année mét.	13.0	62.8	99.1	121.8	149.1	174 9	188.8	202.4	196.3	187.1	169.9	129.7	75.5	21.0	1791.4	4.91
Année civ..	13.0	62.8	99.1	123.8	152.6	177.1	192.5	204.5	198.2	189.1	170.3	129.7	75.5	21.0	1809.2	4.96

XXXIV. — MARCHE DIURNE DE LA DURÉE D'INSOLATION. GENÈVE, 1909 (Nouvel héliographe).

PÉRIODE	MATIN								SOIR								Durée	Moyenne
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	d'insolation	diurne
	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Déc. 1908..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(24.5)	0.79
Janv. 1909.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(73.2)	2.36
Février ...	—	—	—	2.3	7.2	9.5	11.7	14.4	16.2	15.9	16.6	16.8	10.3	0.5	—	—	121.4	4.34
Mars.....	—	—	1.8	7.4	11.4	14.6	14.4	16.0	14.3	12.7	13.9	12.2	11.1	0.9	—	—	130.7	4.21
Avril.....	—	1.4	15.4	20.4	21.8	22.0	22.9	23.8	23.4	21.9	21.8	22.0	22.5	20.1	5.8	—	265.2	8.84
Mai.....	1.1	14.8	21.8	23.1	24.1	24.9	26.7	26.6	26.1	25.8	24.1	23.7	23.2	20.0	17.1	3.2	326.3	10.53
Juin.....	2.3	12.5	13.9	17.2	17.4	16.5	19.5	19.3	21.3	18.1	18.1	15.7	15.1	11.6	8.5	2.5	229.5	7.65
Juillet.....	1.9	14.9	19.6	21.8	21.6	22.9	22.8	21.9	21.3	21.0	20.4	20.0	17.6	17.4	15.6	3.0	283.7	9.15
Août.....	—	6.7	13.7	17.7	20.7	21.9	23.5	24.6	25.5	26.1	26.9	23.8	21.8	21.1	12.2	0.4	286.6	9.25
Septembre.	—	—	3.7	10.1	14.2	20.2	19.9	21.8	20.8	19.7	18.3	15.8	13.6	7.7	0.7	—	186.5	6.22
Octobre . .	—	—	0.3	3.1	4.2	7.1	11.4	14.7	19.5	17.7	17.1	15.5	14.2	2.2	—	—	127.0	4.10
Novembre .	—	—	—	0.8	3.5	5.7	9.7	12.1	11.6	13.6	12.3	10.8	1.7	—	—	—	81.8	2.73
Décembre	—	—	—	—	2.7	5.1	7.1	8.3	8.8	7.3	4.9	2.9	0.6	—	—	—	47.7	1.54
Hiver	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(219.1)	2.43
Printemps.	1.1	16.2	39.0	50.9	57.3	61.5	64.0	66.4	63.8	60.4	59.8	57.9	56.8	41.0	22.9	3.2	722.2	7.85
Eté..	4.2	34.1	47.2	56.7	59.7	61.3	65.8	65.8	68.1	65.2	65.4	59.5	54.5	50.1	36.3	5.9	799.8	8.69
Automne..	—	—	4.0	14.0	21.9	33.0	41.0	48.6	51.9	51.0	47.7	42.1	29.5	9.9	0.7	—	395.3	4.34
Année mét.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(2135.4)	5.85
Année civ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(2158.6)	5.91

donnent la durée totale d'insolation pour les différentes périodes de l'année.

Le minimum absolu et relatif tombe, comme c'est le cas général, sur les mois de décembre et de janvier. Le maximum absolu et relatif tombe exceptionnellement, cette année, sur le mois de mai qui, comme le mois d'avril, a été remarquablement clair.

Le total général de l'année, au tableau XXXIII, est un peu supérieur à la moyenne des dix années de 1897 à 1906, ou à celle des douze années de 1897 à 1908. Cet excédent de 70 à 90 heures pour les deux années météorologique et civile, est dû exclusivement au printemps. L'hiver et l'automne sont normaux ; l'été est en déficit de 80 heures ; mais le printemps présente un excédent d'heures de soleil de 140 environ. Le total général au tableau XXXIV dépasse de 340 à 350 heures celui du tableau XXXIII. Il y a donc près d'*une heure de gain par jour* par l'emploi du nouvel héliographe.

Si nous comparons les chiffres horaires des tableaux XXXIII et XXXIV, nous pourrons réaliser plus en détail la différence de sensibilité des deux héliographes. Cette différence se manifeste à toutes les heures, mais comme il est naturel, surtout aux premières heures du matin et aux dernières du soir, le matin encore plus que le soir. En hiver, le nouveau musée empêche pendant un certain temps les rayons du soleil couchant de tomber sur nos appareils, et le déficit est de ce fait plus grand sur le nouveau, plus sensible, que sur l'ancien. Mais la même différence existe aussi aux autres saisons, et prouve la plus grande sensibilité du nouvel héliographe, surtout quand le soleil est bas sur l'horizon.

XXXV. Durée d'insolation avant et après midi.

GENÈVE, 1909.

(Ancien héliographe)

Période	MATIN nombre d'heures	MATIN %	SOIR nombre d'heures	SOIR %	DIFFÉRENCE Soir—Matin nombre d'heures	DIFFÉRENCE Soir—Matin %
Décembre 1908	6.6	35.1	12.2	64.9	+ 5.6	+29.8
Janvier 1909 ..	18.3	32.3	38.4	67.7	+20.1	+35.4
Février	31.3	31.9	66.7	68.1	+35.4	+36.1
Mars	50.7	49.3	52.2	50.7	+ 1.5	+ 1.5
Avril	109.0	46.8	124.1	53.2	+15.1	+ 6.5
Mai	139.1	50.4	136.8	49.6	- 2.3	- 0.8
Juin	91.6	49.4	93.9	50.6	+ 2.3	+ 1.2
Juillet	126.0	51.9	116.9	48.1	- 9.1	- 3.7
Août	104.4	43.7	134.7	56.3	+30.3	+12.7
Septembre	72.5	46.2	84.4	53.8	+11.9	+ 7.6
Octobre.....	34.2	30.8	76.7	69.2	+42.5	+38.3
Novembre.....	25.8	36.5	44.9	63.5	+19.1	+27.0
Décembre.....	18.0	49.2	18.6	50.8	+ 0.6	+ 1.6
Hiver.....	56.2	32.4	117.3	67.6	+61.1	+35.2
Printemps	298.8	48.8	313.1	51.2	+14.3	+ 2.3
Eté.....	322.0	48.2	345.5	51.8	+23.5	+ 3.5
Automne.....	132.5	39.1	206.0	60.9	+73.5	+21.7
Année mét....	809.5	45.2	981.9	54.8	+172.4	+ 9.6
Année civile ..	820.9	45.4	988.3	54.6	+167.4	+ 9.3

Cet appareil fournit donc des chiffres qui se rapprochent certainement plus de la *durée d'insolation vraie*; mais j'ai publié et je publierai ultérieurement encore les chiffres déduits des diagrammes de l'ancien, parce que seuls ils autorisent des comparaisons avec les douze années antérieures.

Dans le *tableau XXXV*, qui permet d'apprécier la différence entre la durée d'insolation du matin et celle de l'après-midi, je n'ai employé que les documents fournis par l'ancien héliographe, parce qu'ils sont complets. Comme l'appareil est réglé sur le temps so-

laire vrai, les périodes *théoriques* sont égales ; les périodes *réelles* sont sensiblement différentes. Elles sont représentées dans le tableau, ainsi que la différence *soir — matin*, de deux façons : en *heures* et en *pour cent* du total d'heures d'insolation.

Au reste, la différence soir—matin n'est pas grande entre les deux appareils mais, comme je l'indiquais plus haut, la prédominance du soir sur le matin est plus forte par l'ancien. Pour l'hiver, la comparaison ne peut se faire ; pour les autres saisons, les chiffres du nouveau sont un peu inférieurs. Ils sont, en *pour cent*, de +1,3, +1,2 et 17,8 pour le printemps, l'été et l'automne. Pour quelques mois, où la prédominance de l'insolation dans l'après-midi est faible ou se transforme en déficit, il y a parfois légère contradiction entre les deux instruments, mais dans la majorité des cas, il y a une proportionnalité très marquée dans les résultats qu'ils fournissent.

Le *tableau XXXVI* a été constitué comme les années précédentes, pour faire ressortir, entre la nébulosité et la durée d'insolation, la relation établie par Billwiller[1], qui avait trouvé que la valeur de la nébulosité moyenne d'une période est à peu de choses près égale au rapport entre les heures de non-insolation ($t—i$) et le total d'heures d'insolation théoriquement possible (t).

Les colonnes du tableau XXXV s'expliquent ainsi facilement. Le rapport $\frac{t-i}{t}$ a été multiplié par dix afin d'être rendu comparable à la nébulosité moyenne de chaque période dont les valeurs ont été empruntées au tableau XXX.

[1] *Archives*, 1889, t. XXI, p. 404.

XXXVI. Comparaison de la durée de non-insolation a la nébulosité moyenne: GENÈVE, 1909.

Période	Durée théorique d'insolation t h	Rapport $\frac{t-i}{t} \times 10$ Héliographe ancien	Rapport $\frac{t-i}{t} \times 10$ Héliographe nouveau	Nébulosité moyenne	Différence Héliographe ancien	Différence Héliographe nouveau
Décembre 1908	270	9.3	9.1	8.4	+0.9	+0.7
Janvier 1909 ..	282	8.0	7.4	7.0	+1.0	+0.4
Février	291	6.6	5.8	5.6	+1.0	+0.2
Mars	371	7.2	6.5	7.0	+0.2	-0.5
Avril	408	4.3	3.5	4.1	+0.2	-0.6
Mai	465	4.1	3.0	4.6	-0.5	-1.6
Juin	471	6.1	5.1	6.6	-0.5	-1.5
Juillet	475	4.9	4.0	5.1	-0.2	-1.1
Août	437	4.5	3.4	4.5	0.0	-1.1
Septembre	375	5.8	5.0	5.8	0.0	-0.8
Octobre	338	6.7	6.2	6.8	-0.1	-0.6
Novembre	284	7.5	7.1	7.3	+0.2	-0.2
Décembre	270	8.6	8.2	8.6	0.0	-0.4
Hiver	843	7.9	7.4	7.0	+0.9	+0.4
Printemps ...	1244	5.1	4.2	5.3	-0.2	-1.1
Eté	1383	5.2	4.2	5.4	-0.2	-1.2
Automne	997	6.6	6.0	6.6	0.0	-0.6
Année mét ...	4467	6.0	5.2	6.1	-0.1	-0.9
Année civile ...	4467	6.0	5.2	6.1	-0.1	-0.9

La seule différence entre cette année et les précédentes est que j'ai établi ce tableau sur les chiffres fournis par les deux héliographes. Il en ressort que si la relation est mieux réalisée par le nouvel appareil en hiver, elle l'est beaucoup mieux par l'ancien dans les autres saisons. Et, pour l'année, la concordance est bonne avec l'ancien, mauvaise avec le nouveau.

L'enregistreur d'insolation du château du Crest, à Jussy, dont M. Jules Micheli veut bien nous communiquer régulièrement les résultats d'observation, a fourni, en 1909, les durées d'insolation du *tableau XXXVII*.

XXXVII. Durée d'insolation a Jussy, 1909.

	h.		h.
Décembre 1908	31.5	Juin 1909	161.7
Janvier 1909	60.7	Juillet	234.2
Février	110.5	Août	252.7
Mars	96.8	Septembre	157.4
Avril	217.3	Octobre	111.9
Mai	267.4	Novembre	79.1
		Décembre	27.9
Hiver	202.7	Eté	648.6
Printemps	581.5	Automne	348.4
Année mét.	1781.2	Année civ.	1777.6

Le total d'insolation de Jussy est, cette année, un peu inférieur à celui de Genève (tableau XXXIII) et plus pour l'année civile que pour l'année météorologique. Sauf pour décembre 1909, on constate toujours plus de soleil à Jussy en hiver et en automne, plutôt moins au printemps et en été.

Erratum

Résumé annuel de 1908

Archives, t. XXVIII, p. 538

Les nombres de jours du *tableau VI*, Genève, pour décembre 1908 doivent tous être déplacés d'une colonne à gauche. Les nombres de jours de l'année civile sont donc à corriger aussi. Lire :

	De −10° à −5°	−5° à 0°	0° à +5	+5° à +10°	+10° à +15
Décembre 1908.	1	8	20	2	0
Année civile .	7	34	92	59	67

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 6 octobre 1910

M. Briquet. Recherches sur l'organisation et les affinités du genre Morisia. — M. Chaix. Graphiques météorologiques sur le Grand St-Bernard et à Genève. — M. Reverdin. Recherches sur l'action de l'acide sulfurique sur les nitramines aromatiques.

M. Briquet communique le résultat de ses *recherches sur l'organisation et les affinités du genre Morisia*. Cette Crucifère monotype localisée en Corse et en Sardaigne appartient par l'ensemble de ses caractères au groupe des Rapistrées, au voisinage des genres *Rapistrella* et *Cordylocarpus*, comme l'a indiqué Pomel. L'auteur décrit en détail la géocarpie caractéristique pour le genre *Morisia*, et estime que cette particularité, bien que d'ordre biologique, contribue à isoler le genre de ses voisins et témoigne de la haute antiquité du groupe.

L'exposé détaillé des résultats obtenus est réservé au tome II du *Prodrome de la flore corse* de M. Briquet.

M. Emile Chaix montre des *graphiques météorologiques sur le Grand St-Bernard et Genève.*

Ils représentent les observations *journalières* des mois de janvier, février, juillet et août 1907, pour le vent, la fraction de saturation, la nébulosité, les précipitations et la température. Donnant les maxima, minima et moyennes de chaque jour, ils permettent de juger d'un coup d'œil la

différence climatique qui existe entre les deux stations, notamment la variabilité et l'amplitude différentes des éléments météorologiques selon les saisons.

M. Frédéric Reverdin continuant ses recherches relatives à l'*action de l'acide sulfurique concentré sur les nitramines aromatiques*, a de nouveau observé plusieurs cas de transformation de nitramine en nitrosamine.

1° Il avait déjà constaté précédemment que la *nitramine de la trinitromonométhylaniline:* $C^6H^2(NO^2)_3N.(NO^2.CH^3)$. 1.3.5.4., abandonnée en solution sulfurique donne au bout de quelque temps la réaction des nitrosamines; il a réussi depuis à isoler la nitrosamine de F = 106°, du produit de la réaction faite en dissolvant la nitramine à + 20° dans 10 parties d'acide sulfurique concentré et abandonnant cette solution pendant 24 heures à la température ordinaire.

2° Lorsqu'on nitre la *diméthyl-p-anisidine:* $C^6H^4.OCH^3.N(CH^3)_2$ avec de l'acide nitrique de D = 1.4 seul ou en présence d'acide acétique, à la température maximum de + 20° environ, on obtient la *nitrosamine* d'un *dérivé dinitré de la monométhyl-p-anisidine:* $C^6H^2.OCH^3.N(CH^3.NO)(NO^2)_2$ 1.4.?.?.; ce composé cristallise en aiguilles légèrement jaunâtres et fond à 111-112°. Il élimine par ébullition avec l'acide chlorhydrique son groupe nitroso pour donner la *dinitro-monométhyl-p-anisidine* correspondante : $C^6H^2.OCH^3.N(CH^3.H)(NO^2)_2$ qui est en jolies aiguilles prismatiques rouge-grenat de F = 129°.

La nitrosamine ci-dessus, dissoute dans l'acide nitrique fumant, se transforme en *nitramine*, que l'on obtient également en faisant réagir l'acide nitrique de D = 1.4 à chaud, jusqu'à cessation du dégagement des vapeurs nitreuses, sur la *diméthyl-p-anisidine*. Cette combinaison $C^6H^2.OCH^3.N(NO^2.CH^3)(NO^2)_2$ qui de même que les précédentes, n'a pas encore été décrite et dont la constitution reste à déterminer, cristallise dans l'alcool en belles aiguilles prismatiques, très légèrement jaunâtres de F = 125°.

Purifiée par cristallisations répetées dans des dissolvants variés; elle donne toujours la réaction de Lieber-

mann pour les nitrosamines et, de fait, lorsqu'on la dissout dans l'acide sulfurique concentré refroidi de —10° à —20° et qu'on abandonne cette solution à cette basse température pendant $1^1/_4$ heure, on peut ensuite retirer du produit de la réaction la nitrosamine correspondante.

3° Enfin M. Reverdin étudie dans le même ordre d'idées l'action de l'acide sulfurique concentré sur les nitramines connues, dérivées de la *dinitro-3.5-monométhyl-p-toluidine* et *o-toluidine :* $C^6H^2.CH^3.N(CH^3.NO^2)(NO^2)_2$ 1.4.3.5 et 1.2.3.5. Ces deux nitramines donnant toutes deux la réaction de Liebermann, se transforment aussi très probablement sous l'influence de l'acide sulfurique concentré en nitrosamines correspondantes.

Séance du 3 novembre

M. Briner. Sur les faux équilibres chimiques. — Mlle Stern et Battelli. L'oxydation de l'acide succinique par les tissus animaux. Henri Flournoy. L'inhibition des muscles et des réflexes patellaires.

Dr E. Briner. *Sur les faux équilibres chimiques.*

On peut donner du faux équilibre chimique la définition suivante, qui ne préjuge rien de la nature, d'ailleurs très discutée, de cet état : Un corps ou un système de corps est en faux équilibre, lorsque son état ne représente pas l'équilibre le plus stable qui correspond aux conditions de température, pression, etc., dans lesquelles il se trouve : exemples, l'oxyde d'azote ou le système carbone-oxygène, dans les conditions ordinaires de température et de pression.

Au sujet de la nature du faux équilibre deux interprétations ont été proposées : Les uns avec MM. Duhem, Pélabon, Hélier, etc., soutiennent qu'un système en faux équilibre est capable d'y demeurer éternellement ; les autres, notamment M. Bodenstein, affirment au contraire, que tout système chimique tend toujours vers son état d'équilibre le plus stable, mais quelquefois avec une vitesse extrêmement faible. Pour expliquer l'arrêt d'une réaction

avant l'établissement de l'équilibre le plus stable, M. Duhem assimile le rôle de la résistance chimique au rôle joué dans tous les systèmes mécaniques par le frottement.

Il convient, à ce sujet, de relever un point qui paraît avoir échappé a ceux qui se sont occupés de ce problème. On a dit, en effet, qu'il n'y avait pas d'inconvénient à adopter l'une ou l'autre des deux manières de voir, puisqu'il revient au même en pratique qu'une réaction soit arrêtée ou qu'elle progresse avec une infinie lenteur. Or, en dernière analyse, on trouve, au contraire, qu'il y a un intérêt essentiel à trancher définitivement entre les deux interprétations.

Par exemple, au point de vue théorique, la relation entre la vitesse de réaction V, la force F et la résistance chimique R, prendra une forme différente suivant que l'on se range à l'une ou à l'autre des deux théories. Si la réaction progresse toujours, tant que la force a une certaine valeur, on écrira $V = F/R$; si par contre, on admet la réalité des faux équilibres, il faudra adopter la forme $V = F - R$, qui explique l'arrêt de la réaction par une compensation entre la force et la résistance. En ce qui concerne la nature de la résistance chimique et le mode d'action des catalyseurs, il importe également de savoir si, oui ou non, on doit envisager la résistance chimique à l'égal du frottement dans les systèmes mécaniques.

Les recherches que l'auteur a effectuées en collaboration avec M. le Dr Wroczynski ont fait ressortir que, pour amorcer certaines réactions, il faut atteindre une valeur suffisamment élevée de la pression. On doit donc en conclure que l'action de la pression est discontinue, c'est-à-dire incompatible avec une relation de la forme $V = F/R$, laquelle implique une proportionnalité simple entre les facteurs V, F et R.

Si les particularités de l'action de la pression paraissent militer en faveur de la réalité des faux équilibres, il convient cependant, à cause de la complexité de ces phénomènes, de ne pas se prononcer définitivement avant d'être en possession de données expérimentales plus nombreuses.

Mlle Stern et M. Battelli exposent les résultats de leurs recherches sur l'*oxydation de l'acide succinique par les tissus animaux.*

Les auteurs ont constaté que les tissus animaux ont le pouvoir d'oxyder l'acide succinique en acide malique, probablement inactif, en absorbant l'O_2 de l'air. Ce pouvoir est possédé par tous les tissus examinés jusqu'ici.

Si au tissu broyé on ajoute de l'eau et on exprime à travers un linge, on obtient un résidu et un extrait. Or on constate que seul le résidu possède la propriété d'oxyder l'acide succinique, tandis que l'extrait en est dépourvu. D'autre part le traitement par l'alcool ou par l'acétone fait perdre aux tissus le pouvoir d'oxyder l'acide succinique.

Les substances qui accomplissent cette oxydation restent donc adhérentes aux cellules ou aux débris cellulaires, et ne peuvent pas être préparées comme les ferments habituels.

C'est en milieu neutre que l'oxydation de l'acide succinique est la plus élevée ; elle est fortement diminuée par la présence des ions H et OH libres. L'extrait des tissus neutralise l'alcanilité réelle d'un liquide alcalin en la transformant en alcalinité potentielle, cette dernière ne gênant pas l'oxydation.

Il est probable que l'oxydation de l'acide succinique pourra constituer une bonne méthode pour approfondir nos connaissances sur le mécanisme des combustions dans l'organisme.

M. Henri Flournoy rend compte de recherches qu'il a faites avec M. le Prof. Prevost, au laboratoire de physiologie de l'Université, sur *l'inhibition des muscles et du réflexe patellaire.*

Les principaux résultats de ces expériences, qui ont été publiées dans la *Revue médicale de la Suisse romande* (septembre et octobre 1910); sont les suivants :

a) Chez le lapin, l'application d'un courant alternatif (15-50 volts, 1-2 secondes) à la tête provoque, comme l'a montré M. Battelli, une crise épileptiforme tonico-clonique.

Lorsqu'on percute le tendon rotulien immédiatement après la crise, on constate que le réflexe patellaire est souvent aboli. Cette abolition, que l'on pourrait prendre pour un phénomène d'inhibition, coïncide presque toujours avec l'absence des convulsions cloniques. Elle dépend, comme le prouvent les tracés de la pression carotidienne, de l'arrêt momentané du cœur entraînant l'anémie des centres.

b) Dans nos expériences sur des chiens et des chats décérébrés, l'excitation du bout central du sciatique a provoqué d'une façon constante, l'inhibition du réflexe patellaire dans la même patte. A la cessation de l'excitation, le réflexe a chaque fois reparu d'emblée avec toute son énergie. Quand on prolongeait l'excitation du sciatique l'inhibition s'épuisait. Le réflexe patellaire reparaissait alors progressivement, malgré la persistance de l'excitation inhibitrice. Cette inhibition est un phénomène réflexe appartenant exclusivement à la moelle lombaire, car elle persiste après la section transversale de la moelle dorsale inférieure.

c) Dans l'état de rigidité spontanée qui survient souvent après la destruction des hémisphères, on peut, en confirmation des expériences de Sherrington, inhiber la contraction tonique du triceps en excitant le sciatique (bout central) de la même patte. Nos expériences nous ont montré que la contraction tonique provoquée par l'asphyxie ou par l'application du courant alternatif à la moelle allongée, peut être inhibée de la même façon. Cette inhibition consiste en un relâchement subit du muscle, que l'on voit s'allonger brusquement.

d) L'inhibition d'un muscle peut être suivie, au moment même où cesse l'excitation inhibitrice, d'une contraction par contre-coup, soudaine et énergique (*rebound contraction* de Sherrington).

Séance du 17 novembre

M. Yung. La sensibilité des Gastéropodes terrestres pour la lumière. — M. Duparc. Sur les gisements de cuivre de la Sysserskaya-Datcha.

M. le professeur Emile Yung, communique les résultats suivants d'expériences relatives à la sensibilité des Gastéropodes terrestres *(Helix pomatia, Arion empiricorum, Limax grisea)* pour la lumière.

L'observation de ces animaux dans la nature, semble indiquer qu'ils sont leucophobes. Les expériences entreprises par la méthode de Graber sur des individus jeunes (de 1 à 3 mois) et sur des individus adultes, répétées un grand nombre de fois, démontrent que la lumière diffuse n'exerce, ni par le ciel clair ni par le ciel nuageux, aucune influence sur la direction de leurs mouvements. Exposés à la lumière directe du soleil, ils se dirigent, il est vrai, en majorité du côté de l'ombre ; ce fait est dû, non à l'action de la lumière mais à celle de la chaleur qui dessèche la surface sur laquelle rampent ces animaux. Ceux-ci se portent du côté de la boîte protégée contre le soleil, non parce qu'il y règne l'obscurité, mais parce qu'il demeure plus longtemps humide.

Le passage subit des Gastéropodes en question, de l'obscurité à une vive lumière n'est accompagné d'aucune réaction appréciable. Ni la lumière directe du soleil, ni celle émanant d'un puissant foyer électrique ne provoque même l'invagination des grands tentacules que l'œil dont ils sont munis paraît désigner cependant comme organes visuels.

Si l'on expose dans le champ visuel de l'animal un objet lumineux, celui-ci, ne suscite aucune réaction constante, quelles que soient la distance à laquelle il est placé, ses dimensions et l'intensité de sa lumière.

Les obstacles placés sur la route parcourue par un escargot ou une limace, que cet obstacle réfléchisse ou non de la lumière, ne sont évités qu'à la condition que

l'animal les ait touchés, ou bien que ces objets répandent de l'odeur ou de la chaleur, on bien encore qu'ils entretiennent une agitation de l'air ou du sol.

L'amputation des yeux des Gastéropodes terrestres n'entraîne aucune modification dans leur genre de vie, notamment dans leur attitude vis-à-vis de la lumière. Ces animaux trouvent leur nourriture et les lieux qu'ils préfèrent aussi bien après qu'avant l'opération.

Conclusion générale : Les escargots et les limaces ne sont dermatoptiques à aucun degré. Leurs yeux, malgré leur structure ne leur sont visuellement d'aucun usage.

L. Duparc. *Sur les gisements de cuivre de Sysserskaya-Datcha.*

M. le prof. Duparc résume les observations qu'il a relevées sur les gisements de cuivre de la Sysserskaya-Datcha au cours d'une visite faite cet été à ces derniers. Tout près de Polewskoïzavod, se trouve tout d'abord le gîte de Gumeshensky qui fut exploité il y a déjà plus de 80 ans. Celui-ci consiste en une poche d'argile qui se trouve au contact de roches dioritiques avec des calcaires cristallins et qui suit sensiblement la direction de ce contact.

Dans cette argile se trouvaient des rognons et des concrétions de cuprite et de malachite qu'on allait rechercher par des puits plus ou moins profonds et qui représentaient le minerai exploité jadis. Les plans des anciens travaux montrent que tandis que les roches éruptives dioritiques forment en quelque sorte une falaise, les calcaires à partir du contact sont corrodés et étaient recouverts d'une croûte plus ou moins épaisse de malachite. Les nouvelles recherches faites par des sondages sur ce gisement montrent qu'il a complètement le caractère d'un gîte de contact. En effet, entre les calcaires et les roches dioritiques (ou mieux granitiques) on trouve des roches à grenat qui sont manifestement le produit de ce contact. Or, sous la poche d'argile, les diorites comme les roches grenatifiées sont plus ou moins imprégnées de pyrite. On peut donc admettre que le gîte primaire a été

représenté par des formations pyriteuses, notamment par des pyrites cuivreuses. Celles-ci ont été dissoutes, le cuivre mis en liberté comme sulfate, les solutions réduites et ce cuivre déposé ensuite comme carbonate et oxyde dans l'argile qui elle-même provient de la kaolinisation des roches granitiques et non pas de la dissolution des calcaires. Ce qui donne du corps à cette hypothèse c'est que parmi les tailings des anciens travaux on trouve des débris de limonite imprégnée de cuivre natif, reste certain d'un chapeau de fer. Actuellement le gisement a été remis en exploitation, mais sous une forme toute nouvelle. Les analyses ont montré que les tailings comme l'argile elle-même sont cuprifères à raison de 0,8-1%. Or la moitié de ce cuivre est soluble dans l'acide sulfurique dilué. Tel est le principe d'une métallurgie toute nouvelle qui consiste à laver l'argile à grande eau, à broyer le refus des trommels classeurs en présence d'eau de façon à obtenir une boue fluide et très fine, cette boue est additionnée d'acide sulfurique et le tout est brassé avec des agitateurs électriques. Après le lavage, le liquide vaseux est abandonné au repos, la liqueur claire décantée, puis dirigée dans des cuves où elle entre en contact avec des riblons de fonte qui précipitent le cuivre métallique. Ce cuivre est ensuite détaché de la fonte par un procédé qui ressemble à celui du lavage des alluvions aurifères. Cette métallurgie nécessite une grosse consommation d'acide sulfurique, ce qui a engagé à rechercher des gisements de pyrite. On en a trouvé à 5 kilomètres plus à l'ouest à l'endroit appelé Ziuzelsky. Là les travaux ont mis à jour une longue lentille de pyrite compacte intercalée dans des schistes chloriteux qui proviennent sans doute de diabases écrasés dynamométamorphiques. Dans l'intérieur de cette lentille de pyrite compacte on trouve deux lentilles isolées de pyrite cuivreuses complètement enclavées et circonscrites par la pyrite de fer. La délimitation des deux formations est très nette elles sont séparées par une zône de schistes fortement kaolinisés. Ce gisement était recouvert par un chapeau de limonite sous lequel on a trouvé une couche de soufre.

A quelques mètres plus à l'est et n'effleurant pas à air libre mais enclavées entièrement dans les mêmes schistes, on a retrouvé deux nouvelles lentilles qui sont cette fois de la pyrite cuivreuse tenant de 5 à 22 % de cuivre. Les sondages ont démontré que ces différentes lentilles se continuent en profondeur mais il n'est pas possible de sonder verticalement dans ces pyrites, l'appareil étant rapidement hors d'usage par suite de la rapide oxydation des pyrites cuivreuses.

La genèse du gisement curieux de Ziuselky paraît assez simple. Il est probable qu'à l'origine, les pyrites ont été cuprifères dans toute la masse de la grande lentille de l'ouest comme dans celles qui se trouvent plus à l'est mais que là où l'on trouve de la pyrite de fer simple, le cuivre a simplement été enlevé du gisement par la circulation des eaux. Ce qui semble l'indiquer c'est que là où les lentilles sont restées en profondeur et par conséquent protégées par le milieu encaissant, la pyrite franche manque.

Séance du 1er décembre

M. A. Brun. Le volcan du Kilauea. — M. Arnold Pictet. Recherches expérimentales sur l'origine de la couleur bleue chez les Lépidoptères.

M. Albert Brun présente les résulats des recherches qu'il a effectuées en 1910 au *volcan du Kilauea*[1].

M. Arnold Pictet. — *Recherches expérimentales sur l'origine de la couleur bleue chez les Lépidoptères.*

On admet que les couleurs des ailes des Papillons sont de deux sortes : les unes sont réelles et dues à un pigment qui s'est déposé, pendant l'histogénèse, dans les écailles en voie de formation. Les autres sont optiques, et la couleur qu'elles montrent est due à un phénomène d'interférence de la lumière. Grâce aux nombreuses stries longitudinales, en relief, qui ornent la surface des écailles, celles-ci peuvent décomposer les vibrations lumineu-

[1] Voir ci-dessus, p. 576.

ses et réfléchir les couleurs spectrales. Mais la constitution striée de l'écaille n'est pas suffisante à elle seule pour produire les magnifiques couleurs châtoyantes des *Limenitis*. Il faut, pour cela, qu'une sélection soit faite dans l'absorption des rayons lumineux, et cette sélection est acquise par le fait d'écailles à pigments de coloration diverse qui existent au-dessous des écailles optiques. Le champ d'absorption du bleu étant le plus étendu, c'est naturellement cette couleur qui est le plus souvent sélectionnée.

Il résulte d'un nombre important de recherches que nous avons entreprises à l'Institnt de Zoologie de l'Université de Genève, que la division des couleurs des Papillons en deux catégories (optiques et pigmentaires) n'est pas juste; en réalité il n'existe, pour les Macrolépidoptères du moins (les Microlépidoptères n'ayant pas encore été étudiés sous ce rapport), qu'une seule catégorie d'écailles : *les optiques*. Toutes les écailles, sans exception, qu'elles se trouvent sur des ailes colorées ou sur des ailes à reflets métalliques, *ont exactement la même structure striée, ont toutes le pouvoir de décomposer les radiations lumineuses* et, s'il existe, en grand nombre, des Papillons qui sont mats, avec des couleurs foncées, c'est que leurs écailles sont trop chargées de pigment, en un mot sont trop opaques, pour que le phénomène physique puisse avoir lieu. On se représentera la chose en imaginant un prisme ou un miroir barbouillé de couleur; le premier ne décomposerait plus la lumière et le second ne la réfléchirait pas davantage.

Nous prouvons ce que nous venons d'avancer, de la manière suivante :

1° Les ailes de tous les Rhopalocères étudiés sous ce rapport (une cinquantaine choisis dans chacun des groupes), même de ceux qui sont les plus colorés *(Erebia, Satyrus*, etc.) et qui ont été débarrassées de leur pigment au moyen de la potasse caustique à chaud, de façon à être rendues absolument transparentes, décomposent les vibrations lumineuses avec intensité.

2° Nous décolorons la face supérieure d'un Rhopalocère

(expériences pratiquées surtout avec *Vanessa urticae, V io* et *V. atalanta)* en faisant surnager celui-ci à la surface d'un bain froid de potasse caustique ou d'ammoniaque ; la face inférieure n'est donc pas atteinte par le liquide et reste intacte. Une fois l'individu sorti de son bain et séché, la face supérieure apparaît *bleue*, légèrement rosâtre, avec reflets métalliques. De cette façon, au moyen d'un Papillon brun-rouge, nous fabriquons un Papillon bleuâtre à reflets irisés, dans le genre des Morphidae.

3° Examinées au microscope, nous voyons que les écailles des ailes décolorées n'ont pas été altérées par le traitement à la potasse caustique et qu'elles conservent, sans modification, leur structure striée.

4° Nous prouvons encore que c'est bien les stries des écailles qui agissent dans la décomposition des radiations lumineuses, au moyen d'agents chimiques (eau de javelle, acide acétique, acide sulfurique) qui altèrent ou déplacent ces stries. En effet, les ailes qui, après avoir été décolorées, sont traitées de cette façon, cessent de décomposer la lumière.

5° Les ailes d'un certain nombre d'espèces, après leur décoloration, ont été recolorées au moyen de divers procédés (solution alcoolique d'encre de Chine, rosanilin, carmin boracique, hémalun, brun de Bismarck, encres violette et bleue, etc.) ou bien elles ont été trempées dans une solution alcoolique d'acide picrique. Une fois recolorées de cette façon, la lumière n'est plus décomposée.

6° Les ailes des Hétérocères, une fois décolorées, se comportent de la même façon que celles des Rhopalocère ; mais les poils dont elles sont recouvertes gênent le phénomène physique.

Nos recherches se sont portées encore sur plusieurs espèces de Lycènes, dont les mâles, ainsi qu'on le sait, sont bleus, tandis que les femelles sont brunes. Plusieurs auteurs, dont Krukenberg, ont admis que la couleur des mâles est optique. Les résultats de nos recherches montrent, au contraire, qu'elle est due réellement à un *pigment bleu* que nous n'avons pu extraire dans sa couleur naturelle, vu sa faible quantité dans les écailles.

Nous prouvons cependant l'existence de ce pigment de la façon suivante :

1° En décolorant les ailes au moyen de la potasse.

2° Par l'examen microscopique des écailles de plusieurs espèces de Lycènes. Leurs écailles sont absolument semblables, tandis que leur bleu est d'une teinte qui varie beaucoup d'une espèce à l'autre. Si leur couleur était due au phénomène physique, les bleus des diverses espèces de Lycènes seraient identiques.

3. En plongeant les ailes dans un bain de peroxyde d'hydrogène, la couleur bleue est altérée et passe successivement par les teintes : violette, mauve, jaune, et finalement blanche, ce qui nous permet d'admettre qu'il y a réellement un pigment qui se décompose sous l'influence de cet agent chimique.

3. Des ailes bleues exposées à la lumière du soleil changent de couleur.

Le pigment bleu est répandu, dans les écailles, en très petite quantité, ce qui permet une certaine interférence des rayons lumineux. On s'en rend compte par l'examen d'ailes incomplètement décolorées ; celles-ci sont d'un autre bleu que les ailes normales.

Nous voyons par là que la couleur bleue des Lycènes mâles est due à une combinaison d'un pigment bleu peu abondant et du phénomène optique.

Séance du 15 décembre

R. Chodat. Sur quelques fossiles de l'ère paléozoïque. Sur l'origine des spermaphyles. — Arnold Pictet. La couleur blanche des papillons. — Ph.-A. Guye et N. Boubnoff, Recherches sur la stabilité du chlorure de nitrosyle aux basses températures.

M. le prof. Chodat, communique quelques *observations nouvelles faites sur des fossiles de l'ère paléozoïque.*

La première concerne le *Lepidostrobus Brownii* Schimper. Ce cône d'un Lepidodendron inconnu a été étudié par Bower qui a décrit sa structure anatomique et qui a

signalé plus particulièrement la présence d'un bois primaire en anneau entourant une moelle, une écorce interne traversée par des traces foliaires et une écorce moyenne lacuneuse à trabécules; on retrouve ces trabécules autour des traces foliaires qui traversent l'écorce externe incomplètement conservée dans l'échantillon à sa disposition. Cette espèce est dépourvue d'épaississement ligneux secondaire. Il a signalé les analogies qui existent entre l'écorce lacuneuse à trabécules et le tissu lacuneux qui entoure parfois les stèles des *Selaginella*. M. Zeiller en 1909 a fait connaître la ligule de ce Lepidostrobus et a étudié la nature des écailles sporifères, dans les tissus sclérifiés desquelles il a trouvé de singulières cellules sclérifiées à boutons d'épaississement centripètes.

Nous avons réussi à identifier un tronc dont la collection de fossiles de l'Institut de botanique de l'Université de Genève possède une excellente section. Cette préparation faite par M. Lomax provient probablement d'un fossile français (N° 144). Nous attribuons ce tronc au Lepidodendron qui devait porter les cônes connus maintenant sous le nom de Lepidostrobus Brownii ; nous l'appellerons donc Lepidodendron Brownii (Schmr.) Chod. Le diamètre sans l'écorce externe atteint 32 mm. L'écorce externe incomplètement conservée devait avoir au moins 10-12 mm.

Les raisons pour lesquelles nous rapportons ce tronc au Lepidodendron Brownii sont les suivantes : l'anneau ligneux qui est du type *L. Harcourtii* atteint 8 mm. de diamètre ; il rappelle en plus grand l'anneau du Lepidostrobus Brownii ; les pointements trachéens sont moins proéminents que dans le L. Harcourtii ; on ne voit pas de traces foliaires dans les vallécules qui paraissent avoir contenu un tissu mou disparu. Une écorce interne à petits éléments contient de minuscules traces foliaires. L'écorce moyenne très épaisse un peu lacuneuse vers l'extérieur se rattache à l'écorce interne par des trabécules filamenteuses comme celles décrites autour des traces foliaires du Lepidostrobus Brownii. Quant aux cellules de l'écorce moyenne médiane et externe elles ont l'apparence de cel-

les du *Lepidodendron fuliginosum* (Lepidophloios). Enfin l'écorce externe est en majeure partie formée par les cellules scléreuses à boutons d'épaississement décrits par M. Zeiller. Cette structure qui n'a pas été signalée autre part, complète la ressemblance entre le tronc étudié par nous et le cône nommé Lepidostrobus Brownii.

M. Chodat expose ensuite les recherches qu'il a entreprises en vue d'élucider la question si débattue et si difficile de l'origine des spermaphytes. Dans une revue critique il avait montré que Lyginopteris est une fougère et et non une Cycadofilicinée comme *Medullosa* (v. Arch. sc. phys. et nat. 1908 p. 279 et 394) Il a continué ses recherches et a toujours trouvé même dans la feuille de Lyginopteris un faisceau à protoxylème endarque et à métaxylème tout d'abord tangentiel puis se fermant en boucle. Il avait conclu de ceci que cette structure du faisceau des Lyg. est l'inverse de ce qui s'observe chez les Cycadacées.

Depuis lors, il a étendu ses recherches aux Cycadacées suivantes qui lui ont été fournies par le Jardin botanique de Lisbonne : Cycas circinalis, Cycas revoluta, Cycas Munbyana, Encephalartos hispida, E. Hildebrandtii, E. Villosus., E. Lehmanni, Ceratozamia sp., Stangeria paradoxa. Il a pu se convaincre que lorsque vers la base du pétiole, au moment d'entrer dans le tronc, le faisceau ligneux se ferme en anneau comme cela avait déjà été décrit pour le pédoncule de Stangeria, le protoxylème est toujours exarque et par conséquent le faisceau annulaire orienté inversement de ce qu'il est dans le Lyginopteris.

Le faisceau dit mésarque de *Lyginopteris* est au contraire très semblable à ceux des Gleicheniacées (Fougères) des Osmondacées (Fougères) et surtout des Zygoptéridées où le protoxylème est toujours vers le bord du faisceau ligneux, mais interne comme chez les *Lyginopteris*. Sans vouloir faire dériver directement les *Lyginopteris* des Zygoptéridées (avec lesquelles ils ont pour le reste peu d'affinités), il y a cependant un grand intérêt à faire remarquer cette analogie de structure fasciculaire qui se maintient à tous les niveaux du végétal.

Plus encore M. Chodat a découvert dans un fossile étiqueté *Stauopteris Burntislandica* et qui correspond en effet au St. Burntisl. P. Bertrand, de singulières émergences pédicellées terminées par une glande et remplies de cellules arrondies (Benzonites), lesquelles rappellent si fortement les émergences du *Rhachiopteris aspera (Lyginopteris)* qu'on ne peut s'empêcher de les comparer et d'insister sur leur importance pour l'établissement d'affinités entre ces deux groupes de Fougères fossiles.

M. Arnold Pictet. *La couleur blanche des Papillons.* — Nous avons vu dans la précédente note (p. 620) que toutes les écailles des Papillons, grâce à leur structure striée, décomposent les radiations lumineuses ; ce phénomène est surtout apparent sur les écailles détachées de l'aile et, s'il ne se montre pas toujours sur les ailes entières, cela provient : 1° de la superposition des écailles les unes sur les autres, comme les tuiles sur un toit ; 2° du fait que la face inférieure de l'aile forme un écran qui la rend opaque et 3° surtout parce que les écailles sont souvent abondamment chargées de pigment, ce qui les rend, elles aussi, opaques. La décomposition des radiations lumineuses croit, en effet, en raison inverse de la quantité de pigment contenue dans les écailles.

La couleur blanche des Pierides a été étudiée par E. Haase [1], qui l'attribue uniquement à un phénomène d'optique, et par F.-G. Hopkins [2] qui la tient pour un pigment réel, dérivé de l'acide urique. Nos recherches montrent que l'existence de ce pigment n'est pas douteuse et qu'on peut l'extraire facilement au moyen de la potasse caustique. Mais il est déposé en assez petite quantité dans les écailles (celles-ci, en effet, détachées de l'aile et examinées au microscope, sont presque transparentes), en

[1] E. Haase. Duftapparate Indo-Australischer Schmetterlinge. *Corresp. Blatt. Ent. Ver. Iris*, Dresden, 1886, n. 92-107.

[2] F.-G. Hopkins. The pigment of the Pieridae : a contribution of the study of excretory substances which function in ornament. *The Entomologist* 1895, p. 1.

sorte qu'on peut se demander comment il peut donner à l'aile la coloration réellement blanche des Pierides.

Ce pigment blanc est surtout amassé à l'extrémité distale de l'écaille ; au microscope et à la lumière transmise par le miroir, c'est-à-dire éclairant l'écaille par dessous, celle-ci apparaît grise ; cette teinte provient de ce que le pigment arrête la lumière transmise par le miroir et que la face qui est seule visible au travers de l'objectif n'est pas éclairée. Mais, si on fait arriver la lumière directement sur la face visible, l'écaille se montre légèrement blanche, surtout à son extrémité distale qui contient plus de pigment. Toute l'écaille décompose les radiations lumineuses ; cependant, si l'on superpose deux écailles, la figure ainsi produite est d'un blanc plus intense, par le fait que la quantité de pigment est, ainsi, plus épaisse et l'écaille de dessus cesse de reproduire les couleurs spectrales. Nous voyons par là que la conformation de l'aile, dont chaque face possède une couche d'écailles, et l'arrrangement des écailles qui chevauchent les unes sur les autres, contribuent à épaissir la couche de pigment et lui donnent plus de valeur.

Les écailles ne possèdent pas toutes la même quantité de pigment et il s'en trouve même qui sont vides. Or, parmi celles-ci, nous en avons trouvé quelques-unes qui, loin de décomposer les diverses radiations lumineuses, étaient réellement *blanches*. D'où cela peut-il provenir ? Un examen plus attentif nous renseigna sur l'origine de ce phénomène. Les écailles en question, au lieu d'avoir leur surface plane, comme c'est le cas général, sont *bombées*, de telle sorte que leurs stries sont disposées, par rapport à la direction de la lumière, selon un autre angle que les stries disposées sur une surface plane ; c'est sans doute à cette disposition particulière qu'est due la production de cette couleur blanche. En effet, au lieu de décomposer les radiations lumineuses, *ces écailles les absorbent toutes* et reproduisent de cette façon, avec une faible irisation, la lumière blanche.

Cependant ce phénomène, vu le petit nombre d'écailles

qui le présentent, ne joue pas un grand rôle dans la production de la couleur blanche des Pierides, où elle est due surtout à l'existence d'un pigment blanc. Mais il joue un rôle très conséquent dans la production de l'albinisme partiel, et surtout de l'albinisme expérimental.

Il arrive souvent, dans les expériences, et principalement dans celles qui ont pour but de faire agir une température anormale sur les chrysalides, que certains dessins noirs ou bruns des Papillons provenant de ces expériences, deviennent grisâtres. Nous avons obtenu, sous l'influence de la température élevée, des aberrations de *Melitaea cinxia*, de *Vanessa urticae* et de *Selenia tetralunaria* de cette nature ; on en rencontre parfois à l'état naturel. En détachant les écailles des parties grisâtres de ces individus, et en les examinant au microscope, nous en avons trouvé qui sont restées de leur couleur habituelle, d'autres qui ont perdu une partie de leur pigment et qui se montrent grisâtres. Mais, nous en avons trouvé aussi une bonne quantité qui se sont vidées et qui ont modifié leur forme de façon à devenir *bombées*, à la manière de celles que nous avons trouvées chez les Pierides. Or, en examinant les ailes intactes, nous avons constaté que toutes les écailles devenues bombées apparaissent comme *blanches*, ne décomposant en aucune façon les vibrations lumineuses, mais les absorbant toutes, de manière à reproduire la lumière blanche. Ces dessins noirs sont donc parsemés d'éléments blancs et ce sont ces éléments qui contribuent à les faire paraître gris.

M. Ph.-A. Guye communique, au nom de M. *N. Boubnoff* et au sien, les résultats de recherches *sur la stabilité du chlorure de nitrosyle aux basses températures ;* ces recherches avaient été entreprises en vue de contrôler le poids atomique du chlore par synthèse de ce chlorure NOCl à partir du chlore et de l'oxyde azotique d'après la réaction de Gay-Lussac. Ces expériences ont montré que le chlorure de nitrosyle formé par réaction des deux gaz NO et Cl en présence d'un excès de chlore (à —80°) ou d'un

excès d'oxyde NO (à —150°) contient toujours un certain excès de chlore qu'on ne peut éliminer par distillation fractionnée qu'en laissant perdre des produits chlorés. On a été ainsi conduit à renoncer à utiliser cette réaction pour contrôler le poids atomique du chlore.

Par contre, on a jugé utile de rechercher si le chlorure de nitrosyle forme à basse température un produit d'addition avec le chlore ; on ne pouvait guère employer dans ce but que l'analyse thermique fondée sur la détermination de la courbe de congélation des mélanges binaires formés entre NOCl et Cl_2 ; la mise en œuvre de cette méthode avec deux gaz qui attaquent le mercure, et même le platine, présentent d'assez grandes difficultés et a nécessité une technique très spéciale qui est décrite. On a constaté ainsi l'existence probable d'une combinaison répondant vraisemblablement à la composition $NOCl.Cl_2$, déjà très fortement dissociée à —107°, et qui n'est déjà plus stable au-dessus de cette température.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 4 mai 1910

Wilkzeck. Gentiana acaulis. — Th. Bieler-Chatelan. Rôle de la silice dans la végétation.

M. Wilczek a étudié les espèces rentrant dans le *groupe du Gentiana acaulis*. Son travail paraîtra dans le *Bulletin*.

Th. Biéler-Chatelan. *Rôle de la silice dans la végétation.* — Le fait bien connu que les plantes terrestres contiennent pour ainsi dire toutes de la *silice*, quelques-unes mêmes (graminées, prêles) en très forte proportion, laisse supposer que ce corps n'est pas sans jouer dans la végétation un certain rôle, qu'on cherche depuis longtemps à déterminer.

D'une part on lui a attribué un rôle purement *utilitaire* (protection contre la dent des animaux, ou contre les attaques de certains champignons), d'autre part un rôle *physiologique*. Ainsi Haselhoff aurait reconnu que la silice est indispensable à la fructification de l'avoine. En revanche, Jodin aurait réussi à élever quatre générations successives de maïs en excluant la silice de son alimentation. On a longtemps cru que c'est la silice qui donne aux chaumes de céréales une rigidité suffisante pour résister à la verse, mais Isidore Pierre a démontré par l'analyse l'inanité de cette théorie. La résistance à la verse dépend avant tout d'une *lignification* suffisante des tissus, favorisée entre autres par l'acide phosphorique.

Ces faits, plus ou moins contradictoires, montreraient donc que la silice est loin de jouer, dans tous les cas, un rôle proportionné à sa fréquence et à son abondance dans les plantes. Néanmoins, en ce qui concerne la vigne, on a avancé récemment que la silice pourrait influencer favorablement la qualité des vins.

M. Oberlin, le viticulteur alsacien bien connu, dit avoir observé [1] que les vignes plantées en sols siliceux (de granites, de grès, de schistes, etc.) produisent un moût plus sucré que les vignes venant sur des terres calcaires, marneuses ou glaiseuses et qu'elles donnent des vins remarquables par leur douceur et leur finesse. Il cite, par exemple, ce fait caractéristique : le plant rouge de Gamay, qui, dans les terres calcaires de la Bourgogne, ne produit que des vins ordinaires, est capable, au contraire, de donner des vins très fins sur les sols granitiques ou chisteux du Beaujolais. A l'Institut viticole de Colmar, deux clos voisins, l'un sur terre marneuse, l'autre sur terre sableuse, à égalité complète de climat, ont fourni également des exemples frappants du même fait. En terre sableuse, tous les divers cépages ont produit un moût plus sucré. Le Gamay, notamment, a donné un moût sondant 19° Oechsle de plus que celui provenant de la terre marneuse, et un vin plus franc de goût.

M. Oberlin conclut de ces faits que les terres sableuses, granitiques, schisteuses, en un mot les terres siliceuses, doivent contenir un élément capable de donner aux vins une finesse particulière et il pense que c'est notamment la *silice* qui joue ce rôle remarquable.

Pour vérifier cette hypothèse, M. Oberlin a fait des expériences de fumure avec des matières riches en silice soluble, soit avec le silicate de soude et le silicate de potasse (martelline). Il prétend avoir observé nettement une augmentation du taux de sucre sur les parcelles ainsi traitées.

[1] *Revue de viticulture* 1907.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

E. Abderhalden. Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung, 1 vol. grand in-8° de 306 p. avec 47 fig. dans le texte. Urban et Schwarzenberg, Berlin et Vienne 1910.

Nous recevons le premier volume d'une nouvelle publication entreprise par M. le prof. Abderhalden de Berlin, qui n'a rien d'un périodique, mais paraît à intervalles irréguliers, en forts volumes contenant une collection de monographies sur les sujets les plus divers, une série de chapitres nouveaux de la science, arrivés à un degré suffisant d'achèvement et présentés par des hommes particulièrement compétents dans chacun des sujets qu'ils traitent. Cette publication n'a pas seulement pour but d'instruire le lecteur, mais bien plutôt de pousser les chercheurs dans des voies tout nouvellement ouvertes à la science. A ce titre là elle rencontrera certainement la faveur à laquelle elle a droit.

Pour donner une idée du plan poursuivi par son auteur, nous exposerons ici le contenu de ce premier volume dans lequel nous trouvons en particulier une savante contribution de notre collaborateur M. Bach. — A. Miéthe. La photographie en couleur. — H. Brunschwig. Les explosifs d'emploi sûr dans les mines. — Bach. La combustion lente et les ferments oxydants. — Niethammer. Nouvelles méthodes pour les mesures de la pesanteur et leurs résultats. — A. Korn. Transmission des images par la télégraphie. — P. Guthneck. Nouvelles méthodes pour l'étude du soleil. — W. Palladin. Particularités du travail de la fermentation dans les plantes vivantes et tuées. — C. Engler. Formation de l'huile minérale.

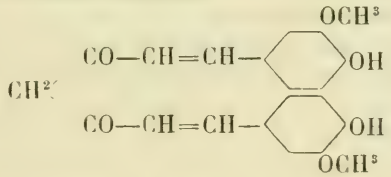
CHIMIE

Analyse des travaux de chimie faits en Suisse.

J. Milobedzka, St. von Kostanecki et V. Lampe. Contribution a la connaissance de la curcumine. (*Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. 43, p. 2163-2170. Berne, Laboratoire de l'Université).

Dans ce mémoire, les auteurs étudient la constitution de la curcumine, soit en cherchant à la reproduire ou à en obtenir des dérivés, soit en examinant quelques-uns de ses produits de décomposition. Ils établissent que la curcumine renferme très probablement comme chromophore le groupement atomique CO.C = C. étant donné sa ressemblance avec les chalkones.

A la suite de leurs recherches et de considérations très intéressantes sur des nouvelles classes de colorants substantifs dont l'une serait formée de représentants dépourvus d'azote et l'autre de représentants azotés, qui renfermeraient comme chromophores les groupements CO,C = C, CO.C = C, C = N ou N = N considérations dans le détail desquelles nous ne pouvons pas entrer, ils arrivent à supposer que la formule suivante :



rendrait bien compte des propriétes tinctoriales de la curcumine, qui est, comme on le sait, tout à la fois un colorant substantif et un colorant se fixant sur divers mordants.

Cette formule qui demande à être vérifiée par la synthèse, ce que les auteurs se proposent de tenter, confirmerait la formule moins développée, $C^{19}H^{16}O^{2}(OH)_{2}(OCH^{3})_{2}$ indiquée autrefois par Ciamician et Silber[1], ainsi que le résultats des recherches de ces savants.

[1] *Bull. Soc. Chim. Paris*, 3e série, t. 18, p. 1022 (1897).

MÉTÉOROLOGIE

Dr Julius Hann : Handbuch der Klimatologie. 3. Auflage, Band II. : Klimatographie, Ier Teil, Klima der Tropenzone. 426 pages avec 7 figures. Stuttgart, Engelhorn, 1910 [1].

Le premier volume de la 3me édition de la Climatologie classique de M. le professeur Hann a paru en 1908 et a été annoncé ici même [2]. Il correspond à la climatologie générale de notre terre. Nous avons le plaisir de signaler, un peu tardivement, l'apparition du second volume, consacré à la climatologie spéciale de la zone tropicale.

Ici les treize années écoulées depuis la publication du second volume de la deuxième édition ont apporté encore plus de matériaux nouveaux. Ce volume portant sur le climat de la zone tropicale contient donc beaucoup plus que le précédent ; et quoique le format de l'ouvrage soit sensiblement plus grand, le nombre des pages a été aussi aussi augmenté de 384 à 426.

Quant au contenu, il a été scrupuleusement travaillé par le plus expérimenté et le plus documenté des climatologistes vivants, M. le professeur Hann. Malheureusement, comme il le déplore lui-même, le tableau du climat tropical ne porte guère que sur les deux éléments les plus importants : la *température* et les *quantités d'eau de pluie*. Cependant M. Hann a cherché à compléter ces données, là où c'était possible, par des indications sur la fréquence de la pluie (nombre de jours de pluie) et sur la nébulosité.

Tel qu'il est, ce volume est le bienvenu pour les météorologistes de tous pays et ils ne peuvent que former le vœu que le troisième volume, consacré aux zones tempérées et froides, vienne bientôt compléter le monument grandiose que, pour la troisième fois, M. le professeur Julius Hann, élève à la climatologie terrestre. R. G.

[1] Cette publication fait partie de la « Bibliothek geographischer Handbücher » fondée par F. Ratzel et publiée en 2me série par M. le prof. Dr A Penck.

[2] *Arch.* 1908, XXVI, p. 562.

Richard ASSMANN. DIE WINDE IN DEUTSCHLAND. In-4°, 61 pages, 13 pl. et une carte. Braunschweig. Vieweg et fils, 1910.

Cette publication faite par M. Assmann, à Lindenberg, sur la demande de la « Motorluftschiff-Studiengesellschaft» de Berlin est tout à fait de saison à notre époque de navigation aérienne. Son but est avant tout pratique : il consiste à déterminer combien de fois un dirigeable peut exécuter des sorties au-dessus de l'empire d'Allemagne.

A cet effet il contient des études basées sur les données de 49 stations de l'empire, correspondant à environ 21 années d'observations par station (1020 années en tout). Ces études portent sur la vitesse du vent, sa direction, la vitesse dans les différentes directions ; puis sur ces mêmes éléments rapportés aux courants supérieurs de l'atmosphère.

Les conclusions contenues dans les pages 43 à 48 ne sont naturellement pas définitives, mais elles sont cependant très intéressantes. Elles prouvent que les courants venant de l'ouest prédominent fortement sur ceux des autres directions et augmentent proportionnellement, non seulement en intensité, mais aussi en fréquence, à mesure qu'on s'éloigne du sol. Les 13 planches de roses des vents qui suivent sont aussi très utiles à étudier au point de vue de l'aérostation en Allemagne.

J. MAURER, Rob. BILLWILLER JUN. UND CL. HESS. DAS KLIMA DER SCHWEIZ AUF GRUNDLAGE DER 37 JÄHRIGEN BEOBACHTUNGSPERIODE 1864-1900. Mémoire couronné publié par la *Fondation Schnyder von Wartensee* avec l'appui de l'*Institut central météorologique suisse*. Vol. II. Libr. Huber et Cie, Frauenfeld, 1910.

Les *Archives* ont annoncé la publication du premier volume de cette œuvre importante au printemps de cette année [1]. Mais il sera utile de signaler l'apparition du

second volume qui vient achever le travail, en fournissant un précieux complément en chiffres.

Non pas qu'il n'y eût pas de chiffres dans le volume précédent, il y en avait déjà passablement et admirablement choisis pour faire valoir le texte et l'illustrer. Mais dans ce volume-ci, il n'y a *que* des chiffres et il ne saurait être question d'en recommander la lecture, tandis qu'il y avait un réel intérêt à lire les divers chapitres du premier.

Ces 217 pages de tableaux de chiffres n'en présentent pas moins une grande utilité pour tous ceux qui s'occupent de questions pour lesquelles la climatologie de telle ou telle portion de notre pays joue un rôle important. Ces tableaux de chiffres se rapportent d'abord aux principales stations météorologiques suisses et donnent : 1° les moyennes mensuelles et annuelles des températures, de 1864 à 1910 pour 32 d'entre elles ; 2° les températures extrêmes des mêmes périodes pour 17 stations ; 3° pour Genève, St-Bernard, Zurich et Lugano, les écarts des températures mensuelles et annuelles avec les moyennes ; 4° pour Zurich et le Säntis la marche diurne de la température ; 5° les moyennes mensuelles et annuelles de la nébulosité pour 17 stations ; 6° les sommes mensuelles et annuelles des chutes d'eau pour 28 stations ; 7° ces mêmes chutes d'eau en % des moyennes de 37 ans, pour Zurich, Genève et Lugano ; 8° les nombres de jours de pluie et de neige pour 17 stations.

Suivent enfin les tableaux climatologiques pour 95 stations de la Suisse, donnant les valeurs moyennes, pour la période de 37 ans, de la *température*, de l'*humidité relative*, de la *nébulosité*, des *précipitations* avec le nombre de jours de pluie, de neige, d'orages, de brouillard et l'indication des extrêmes, enfin le *vent*.

Ce volume achève donc dignement l'œuvre à laquelle les auteurs ont consacré une partie de leur activité pendant de longues années.

[1] 1910. T. XXIV, p. 353.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux de Chimie faits en Suisse

1910

Juillet

1032. Abelin (J.) und Kostanecki (St. v.). Zur Kenntnis der Cumarongruppe. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **43**. 2157.

969 *bis*. Ackermann (Ed.). A propos du résidu sec du lait et du calculateur automatique du Dr Ackermann. Genève. — *J. suisse de chimie* **48**. 422.

1033. Amann (J). Etudes ultramicroscopiques. Lausanne. — *J. suisse de chimie* **48**. 442. 460.

1034. Arthus (M.). Elemente der physiologischen Chemie. Deutsch von J. Starke. 3. Aufl. (Leipzig) Lausanne.

1035. Bach (A.). Die langsame Verbrennung und die Oxydationsfermente. Genf. — *Fortschritte der naturw. Forschung* **1**. 85.

711 *bis*. Berl (E.) und Fodor (A.). Ueber stickstoffhaltige Abbauprodukte bei der alkalischen Verseifung von Cellulosenitraten. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. Schiess- und Sprengstoffe* **5**. 254. 269.

1036. Briner (E.) et Wroczynski (A.). Action de la pression et de la température sur le cyanogène. Genève. — *Comptes rendus* **151**. 314.

1037. Boës (Walther-Eberhard). Nitro- und Nitritoverbindungen der Metallammoniake, insbesondere der Kobaltiake. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

1038. Burmann (James). Quelques remarques sur le titrage physiologique des feuilles et préparations de digitale. Aigle. Lab. de la Zyma. — *J. suisse de chimie* **48**. 410.

1039. Cardoso (Ettore) et Baume (Georges). Constantes critiques de l'acétylène et du cyanogène. Genève. — *Comptes rendus* **151**. 141.

1040. Dumont (H.) und Tambor (J.). Zur Kenntnis des 1. 3-Dimethoxy-cumaranons. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **43**. 1969.

1041. EPHRAIM (Fritz) und MODEL (Samuel). Ueber Doppelbromide des Mangans. Bern. Anorg. Lab. der Univ. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **67**. 376.

1042. EPHRAIM (Fritz) und MODEL (Samuel). Ueber einige Doppelchloride und Jodide des Zinks. Bern. Anorg. Lab. der Univ. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **67**. 379.

1043. ESTREICHER (T.) und SCHNERR (A.). Ueber die Verdampfungswärme einiger verflüssigter Gase. Freiburg. H. chem. Inst. der Univ. — *Bull. Acad. des Sciences de Cracovie* **1910**. 345.

1044. ESTREICHER (T.) und STANIEWSKI (M.). Kalorimetrische Untersuchungen von Chlor in tiefen Temperaturen. Freiburg. H. chem. Inst. der Univ. — *Bull. Acad. des Sciences de Cracovie* **1910**. 349.

1045. FELLENBERG (Th. von). Ueber die Farbenreaktion nach Komarowsky. Bern. Lab. des schweiz. Gesundheitsamtes. — *Chem.-Zeitung* **34**. 791.

1010 *bis*. FELLENBERG (Th. von). Die quantitative Bestimmung von Salicylsäure in Konfitüren. Bern. Lab. des schweiz. Gesundheitsamtes. — *Zeitschr. Untersuch. Nahrungsmittel* **20**. 63.

1046. FINCH (Georg). Ein neuer Apparat zur quantitativen Bestimmung von Schwefelsäureanhydrid in Oleumsorten. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. Schiess- und Sprengstoffe* **5**. 167.

1047. FLEISCHMANN (P.). Atropinentgiftung durch Blut. Bern. Physiol. Inst. — *Arch. exper. Pathol.* **62**. 518.

1048. FLIEGNER (A.). Die Kurven konstanter Erzeugungswärme für elastische Flüssigkeiten. Zürich. — *Vierteljahrsschr. der naturf. Ges. in Zürich* **55**. 203.

722 *ter*. GAMS (Alphonse). Synthèse de la papavérine. *Thèse*. Genève (Prof. Pictet).

1049. GERBER (N.) und OTTIKER (A.). Zur Katalase-Bestimmung der Milch. Zürich. — *Milchwirtschaftl. Zentralbl.* **6**. 316,

1050. GOLDENBERG (Aron). Etude de quelques colorants du groupe des indulines. *Thèse*. Genève (Dr Darier).

1051. GRAFFENRIED (A. v.) und KOSTANECKI (St. v.). Zur Kenntnis der Cumarongruppe. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **43**. 2155.

1052. GRUMELL (Ernest-S.). Observations comparées entre la vitesse des réactions et la fluidité du milieu. Etudes préparatoires relatives à la méthode des deux coefficients. *Thèse*. Genève (Prof. Guye).

1053. Hevesy (G. v.) und Wolff (E.). Ueber das Silber-Nickelthermoelement. Zürich. Lab. für Elektroch. des Polytechn. — *Physikal. Zeitschr.* **11**. 473.

1054. Hilditch (Thomas-Percy). The Effect of Contiguous Unsaturated Groups on Optical Activity Physico-chemical Evidence of the Structure of α-Disulphoxydes. Genève. Univ. Lab. de ch. théorique. — *J. chem. Soc.* **97**. 1091.

1055. Jäggi. Zur Untersuchung einiger Antipyrinderivate. Bern. Lab. von Thomann. — *Schweiz. Wochenschr.* **48**. 457.

1056. Kœstler (G.). Zur Analyse des Emmentalerkäses. Rütti-Zollikofen. Chem. Lab. der Molkereischule. — *Milchwirtschaftl. Zentralbl.* **6**. 289.

1057. Lamoni (Carlo-Felice). Die Kondensationen von Phenylbrenztraubensäure mit Phenolen und Phenoläthern. *Dissert.* Freiburg (Prof. Bistrzycki).

1058. Lange (Kurt-Reinhold). Ueber raumisomere Kobaltiake. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

1059. Maurice (Henri). Variation avec l'âge dans la teneur de quelques organes en phosphore total et en divers corps phosphorés. Fribourg. — *Mémoires de la Soc. frib. des Sc. nat.* **1**. 123 et *Thèse.* Fribourg (Prof Dhéré).

1060. Milobedzka (J.), Kostanecki (St. v.) und Lampe (V.). Zur Kenntnis des Curcumins. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **43**. 2163.

1061. Pansky (Adolf). Beitrag zur Chemie der Nitrozimmtsäuren. *Dissert.* Zürich (Prof. Pfeiffer).

1062. Pisovschi (Ilie-J.). Ueber 1.2-Dimethoxyphenanthrophenazin. Mülhausen und Genf. — *Berichte* **43**. 2137.

1063. Reigrodski (J.) und Tambor (J.). Synthese des 2.3-Dioxyflavons. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **43**. 1964.

1064. Schulze (E.). Ueber die chemische Zusammensetzung der Samen unserer Kulturpflanzen. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Landw. Vers.-Stationen* **73**. 35.

1065. Schulze (E.). Zur Kenntnis der Stachyose und der Lupeose. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **43**. 2230.

1066. Schweitzer (A.). Sur la radioactivité des sources minérales de la Suisse. Zurich. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **30**. 46.

1067. Segond (Paul). Contribution à l'étude des lubrifiants. *Thèse.* Genève (Dr Baume).

1068. Tambor (J.). Ueber vollständige Methylierung mit Dimethylsulfat. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **43**. 1882.

1069. VERNON (R.-H.). Quantitative Bestimmung von SO_3 in Oleumsorten. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Chem.-Zeitung* **34**. 792.

1070. WALTER (Johann). Aus der Praxis der Anilinfarbenfabrikation. Die Fabrikation des Dimethylanilins. Genf. — *Chem.-Zeitung* **34**. 641. 667. 681. 690. 701.

1071. WERNER (A.). Ueber mehrkernige Metallammoniake. Zürich. Chem. Inst. der Univ. — *Annalen* **375**. 1.

Août

1072. AMANN (J.). Ultramikroskopie der Jodlösungen. Lausanne. — *Zeitschr. Kolloide* **7**. 67.

1033 *bis*. AMANN (J.). Ultramikroskopische Beobachtungen. Lausanne. — *Zeitschr. Kolloide* **7**. 70.

903 *bis*. BACH (A.). Contribution à la théorie des oxydases. Genève. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **30**. 153.

1073. BARAGIOLA (W.-I.). Ueber den Einfluss einiger Kellerbehandlungsverfahren auf die Alkalität der Weinasche. Wädenswil. Chem. Abt. der Versuchsanstalt. — *Schweiz. Wochenschr.* **48**. 505.

1074. BERL (E.) und FODOR (A.). Ueber stickstofffreie Abbauprodukte bei der alkalischen Verseifung von Cellulosenitraten. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. Schiess- und Sprengstoffe* **5**. 296. 313.

1075. BERTHOUD (A.). Sur l'impossibilité de surchauffer un solide. Neuchâtel. Lab. de chimie de l'Univ. — *J. ch. phys.* **8**. 337.

1076. BESSON (A.). Ueber ein neues vereinfachtes Pyknometer. Basel. — *Chem.-Zeitung* **34**. 824.

1077 CHAIMOWITSCH (Basia). Zur Kenntnis der Cumarongruppe. *Dissert.* Bern (Prof. von Kostanecki).

1078. FICHTER (F.). Ueber die Drechselsche Harnstoffsynthese. Basel. — *Zeitschr. Elektroch.* **16**. 610.

1079. FICHTER (Fr.) und SAHLBOM (Naima). Die Kapillaranalyse kolloidaler Lösungen. Basel. — *Verh. der naturf. Ges. in Basel* **21**. 1.

1080. HEVESY (G. von). Ueber die Elektrolyse in Pyridin gelöster Erdalkalijodide. Zürich. Lab. für Elektroch. des Polytechn. — *Zeitschr. Elektroch.* **16**. 672.

1081. HEVESY (G. von). Ueber Alkalihydroxyde. Die Zweistoffsysteme Natriumhydroxyd-Kaliumhydroxyd, Kaliumhydroxyd-Rubidiumhydroxyd und Rubidiumhydroxyd-Natriumhydroxyd. Zürich. Lab. für Elektroch. des Polytechn. — *Zeitschr. physikal. Ch.* **73**. 667.

1082. Hœber (Rudolf). Die Beteiligung von Wasserstoff- und Hydroxylionen bei physiologischen Vorgängen. Zürich. — *Zeitschr. Elektroch.* **16**. 681.

714 *bis*. Holliger (M.). Zur Bestimmung des Schwefels im Koks. Zürich. Eidg. Prüfungsanstalt für Brennstoffe. — *Stahl und Eisen* **30**. 1376.

1083. Kahan (M.). Ueber den Benin-Copal. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* **248**. 433.

1084. Kahan (M.). Ueber den Accra-Copal. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* **248**. 443.

1085. Kroll (Hermann). Ueber Phosphorvanadinmolybdänsäuren. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

1086. Mœser (Wilhelm). Beiträge zur Kenntnis der Phosphorvanadinmolybdate. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

1087. Oesterle (O.-A.) und Johann (U.). Ueber die sogenannte Methylchrysophansäure. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* **248**. 476.

1088. Ott (E.). Kühlung und Naphthalinentfernung. Zürich. Gaswerk Schlieren. — *J. für Gasbeleuchtung* **53**. 784.

814 *bis*. Riat (Gustave). Zur Kenntnis des Aloïns und seiner Abbau-Produkte. *Dissert.* Bern (Prof. Oesterle).

983 *bis*. Rupe (Hans). Chemische Untersuchung einiger Bronze- und Eisenfunde der Latène-Zeit. Basel. — *Verhandl. der naturf. Ges. in Basel* **21**. 25.

797 *ter*. Scheuer (Otto). Recherches expérimentales sur la densité du gaz acide chlorhydrique et sur le poids atomique du chlore. Genève. Lab. de ch. techn. et théorique. — *J. ch. phys.* **8**. 289.

1089. Schneider (Amédée). Kondensationen der Diphenylen- und der p_2-Ditolyl-Glykolsäure mit aromatischen Kohlenwasserstoffen und mit Salicylsäuremethylester. *Dissert.* Freiburg (Prof. Bistrzycki).

1090. Sergiewskaja (Sophie). Zur Kenntnis des p-Nitrostilben. *Dissert.* Zürich (Prof. Pfeiffer).

1091. Toggenburg. Ueber ein abgeändertes Präzisions-Gärungs-Saccharometer. Zürich. — *Schweiz. Wochenschr.* **48**. 531.

1092. Trier (Georg). Ueber die Umwandlung des Stachydrins in den isomeren Hygrinsäuremethylester. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **67**. 324.

1093. Tsakalotos (D.-E.) et Guye (Ph.-A.). Application de l'analyse thermique à quelques systèmes organiques binaires. Genève. Lab. de ch. physique de l'Univ. — *J. ch. phys.* **8**. 340.

1094. Tschirch (A.) und Werdmüller (J.-O.) Ueber den Hondurabalsam. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* **248**. 420.

1095. Tschirch (A.) und Werdmüller (J.-O.). Notiz über den Cabureibabalsam. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* **248**. 431.

1096. Wagner (Hermann). Ueber Phosphorvanadinmolybdänsäuren. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

1097. Weitbrecht (W.). Zum Aufrecht'schen Albuminimeter. Zürich. — *Schweiz. Wochenschr.* **48**. 489.

1098. Wigdorow (Salomon). Zur Kenntnis der Doppelsalze der Elemente der Ceriterden. *Dissert.* Zürich (Dr Jantsch).

Septembre

1099. Bamberger (Eug.). Einige historische Bemerkungen über C-Nitrosoverbindungen. Zürich. — *Berichte* **43**. 2353.

1100. Bamberger (Eug.) und Hauser (H.). Zur Kenntnis des Nitrosophenylhydrazins. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Annalen* **375**. 316.

1101. Baume (Georges) et Perrot (F.-Louis). Courbes de fusibilité des mélanges gazeux : combinaissons de l'oxyde de méthyle et de l'alcool méthylique avec le gaz ammoniac. Genève. — *Comptes rendus* **151**. 528.

591 *bis*. Bistrzycki (A.) und Weber (Franz v.). Ueber die Kondensation von Diphenylen-glykolsäure mit Phenolen und Phenoläthern. Freiburg. I. Chem. Lab. der Univ. — *Berichte* **43**. 2496.

1102. Chuard (E.) et Mellet (R.). Contribution à l'étude chimique des sables du Rhône. Lausanne. — *Bull. de la Soc. vaudoise des Sc. nat.* **46**. 395.

1103. Duboux (Marcel). Dosage physico-chimique de la chaux dans le vin. Lausanne. — *J. suisse de chimie* **48**. 592.

1104. Duperthuis (H.) et Philippe (E.). Sur le dosage de l'alcool dans les vins par la méthode des températures critiques de dissolution. Berne. Lab. du service sanitaire fédéral. — *Travaux ch. alim.* **1**. 188.

683 *bis*. Dutoit (Paul) et Duboux (Marcel). Dosage physico-chimique des cendres du vin. Lausanne. Lab. de ch. physique de l'Univ. — *Annales ch. anal.* **15**. 333.

1105. Fellenberg (Th. von). Ueber den Nachweis von Borsäure in Konservierungsmitteln. Bern. Lab. des schweiz. Gesundheitsamtes. — *Mitt. Lebensmittelunters.* **1**. 193.

1106. Fellmann (Martin). Die Kondensation von Benzilsäure mit Salicylaldehyd. *Dissert.* Freiburg (Prof. Bistrzycki).

1107. Ferrario (E.). Studio sulle anidridi miste. Ginevra. Lab. di Chim. Organica e Inorganica. — *Gazz. chim.* **40.** (2) 95.

1108. Galli-Valerio und Bornand (M.). Untersuchungen über die Präcipitine des Honigs. Lausanne. Hyg. Inst. der Univ. — *Zeitschr. Immunitätsforschung* (1) **7.** 331.

1109. Hartwich (C.). Ueber Pituri. Zürich. — *Apotheker-Zeitung* **25.** 679.

1110. Hevesy (G. von) und Lorenz (R.). Das kapillarelektrische Phänomen im Schmelzfluss. Zürich. Lab. für Elektroch. des Polytechn. — *Zeitschr. physikal. Ch.* **74.** 443.

1111. Jäggi. Die Methoden der Theobrominbestimmung im Theobrominnatriumsalizylat. Bern. Lab. von Thomann. — *Schweiz. Wochenschr.* **48.** 569.

1112. Kreis (Hans). Ueber Versuche zur Stärkebestimmung im Tafelsenf. Basel. — *Chem.-Zeitung* **34.** 1021.

1113. Larguier des Bancels (J.) et Siegrist (H.). Sur les propriétés tinctoriales de certaines matières colorantes appartenant au groupe des isocyanines. Lausanne. — *Revue gén. des mat. colorantes* **14.** 249.

1114. Marschalk (Charles). Zur Kenntnis des Catechins. *Dissert.* Bern (Prof. von Kostanecki).

1115. Nussbaumer (Th.). Beitrag zur Kenntnis der Honiggärung nebst Notizen über die chemische Zusammensetzung des Honigs. Bern-Liebefeld. Schweiz. milchwirtschaftl. Anstalt. — *Zeitschr. Unters. Nahrungsmittel* **20.** 272.

1116. Oswald (Adolf). Eine einfache Methode zur Darstellung von salzsaurem Glukosamin aus Ovomukoid, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis des Ovomukoids. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **68.** 173.

1117. Ppeiffer (P.). Beitrag zur Kenntnis der Alkyl- und Arylverbindungen des Zinn. Zürich. Chem. Lab. der Univ. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **68.** 102.

1118. Pictet (Amé) und Gams (Alfons). Ueber eine neue Methode zur synthetischen Darstellung der Isochinolinbasen. Genf. Org. Lab. der Univ. — *Berichte* **43.** 2384.

1119. Rola-Stanislawski (Stanislaus v.). Ueber Chrom- und Eisenverbindungen mit komplex gebundenen Fettsäurenresten. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

1120. Rüdisüle (A.). Die Untersuchungsmethoden des Eisens und Stahls. Bern.

1121. SCHULZE (E.) und PFENNINGER (U.). Ueber das Vorkommen von Hemicellulosen in den Samenhülsen von Pisum sativum und von Phaseolus vulgaris. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **68**. 93.

936 *bis*. SIEGRIST (Hans). Contribution à l'étude des phénomènes d'adsorption. Lausanne. — *Bull. de la Soc. vaudoise des Sc. nat.* **46**. 319.

1122. VERDA (A.). Sur les fromages artificiels. Lausanne. — *J. suisse de chimie* **48**. 606.

1123. WEITBRECHT (W.). Ueber die Empfindlichkeit einiger neuerer Blutproben und deren Verwendbarkeit in der Harnanalyse. Zürich. — *Schweiz. Wochenschr.* **48**. 589.

684. *bis*. WERNER (A.). Zur Kenntnis der Verbindungen des Chroms. Ueber Triammin-chromsalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **43**. 2286.

1124. WERTHEIM (Aladar). Ueber Tautomerieerscheinungen bei anorganischen Säuren. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

1125. WILLSTÆTTER (Richard) und MAJIMA (Riko). Zur Kenntnis der Oxydation von Anilin. Zürich. — *Berichte* **43**. 2588.

1126. ZIEGLER (J.-Henri). La vérité absolue et les vérités relatives. (Genève) Winterthur.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE NOVEMBRE 1910

Le 1, pluie dans la nuit et depuis 1 h. du soir ; fort vent dans la journée.
2, pluie dans la nuit ; à 7 h. du matin à 7 h. du soir ; fort vent le matin.
3, pluie dans la nuit ; à 7 h. et à 9 h. du soir ; très fort vent dans la soirée.
4, fort vent le matin et quelques petites chutes de pluie.
5, pluie depuis 1 h. du soir.
6, pluie dans la nuit et à 6 h. du soir ; neige sur les montagnes environnantes.
7, pluie dans la nuit et depuis 4 h. du soir ; fort vent pendant la journée.
8, pluie à 7 h. du matin et à 1 h. du soir ; fort vent pendant toute la journée.
9, fort vent le matin ; pluie à 3 h. et à 9 h. du soir.
10, pluie dans la nuit : neige sur les montagnes environnantes.
11, gelée blanche le matin ; neige et pluie dans l'après-midi.
12, gelée blanche le matin.
13, forte gelée blanche le matin.
14, pluie dans la nuit, à 7 h. et à 10 h. du matin, à 7 h. et à 10 h. du soir.
16, pluie dans la nuit et à 7 h. du matin.
17, pluie dans la nuit ; forte gelée blanche le matin ; neige à 4 h. et pluie depuis 9 h. du soir ; hauteur de la neige 6 cm.
18, pluie dans la nuit ; neige à 10 h. du matin et dans l'après-midi.
19, neige dans la nuit et à 7 h. du matin ; hauteur de la neige 12 cm.
20, neige dans la nuit ; hauteur 1 cm.
21, neige dans la nuit, hauteur 3 cm.
les 22 et 23, gelée blanche le matin.
le 24, neige dans la nuit, hauteur 1 cm.
25, pluie la nuit et jusqu'à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir.
26, pluie dans la nuit et à 7 h. du matin.
27, gelée blanche le matin ; pluie depuis 3 h. du soir.
28, pluie dans la nuit, à 7 h. du matin et à 1 h. du soir.
30, pluie dans la nuit ; brouillard le matin.

Hauteur totale de la neige 23 cm., tombés en 5 jours.

GENÈVE — NOVEMBRE 1910

Jour du mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.										h.	mm.	
1	22.4	19 5	13.6	19.27	- 6.89	13 4	22.8	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 3	SSW. 2	19.2	10	10	10	10	...	15.3	**15**
2	14.6	15.8	17.1	15.41	-10.75	14.5	17.1	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 2	18.5	10	8	10	9	5.0	6 3	8
3	15.8	17.6	13.5	16.07	-10 08	12.8	18.0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 3	SSW. 2	20.0	9	10	9	10	1.6	10.0	6
4	16.1	18.0	19 0	16.75	- 9 41	12.1	19.0	SSW. 2	SSW. 1	WSW. 1	SSW. 1	13.1	7	6	10	6	5.3	0.8	1
5	16.4	14.3	12.1	14.79	-11.37	12.0	18.5	SSW. 1	SSW	SSW. 1	SSW. 1	3.8	9	10	10	10	...	**28.9**	**15**
6	13.4	16.5	20.7	16 07	-10.09	**11.9**	20.8	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	5.4	8	9	0	7	..	1.6	3
7	19.9	18.5	19.7	19.48	- 6.69	18 1	20.4	W. 1	SSW. 2	SSW. 3	SSW. 2	17.9	10	10	10	10	..	8 2	8
8	22.2	24 9	25.3	23.68	- 2.50	20.5	26.5	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 2	**23 9**	10	10	10	10	..	0 1	....
9	25.7	25.1	24.7	25.53	- 0.6	23.5	26.6	SW. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	13.9	8	8	10	9	4.5	10.9	9
10	27.7	30.6	33.1	29 48	+ 3.28	25.3	**33.1**	NNW. 1	N. 1	NNE. 1	NNW. 1	7.5	10	3	0	4	5.4	..	...
11	28.8	23 7	22.1	25.90	- 0.31	20 4	32.3	W. 1	WSW. 2	SSW. 1	var	6.3	10	10	8	9	..	9.0	7
12	27.7	30.0	30.8	28.53	+ 2.31	23.8	31.0	SSW. 1	NW. 1	SW. 0	var.	2 1	2	1	0	1	**8.2**	...	...
13	28.5	25.0	21.3	25 58	- 0.66	18.2	30.6	SW. 0	WSW. 1	N. 1	var.	2 5	3	3	6	4	7.4	22.6	3
14	20.0	17.5	14.7	17.48	- 8.77	14.2	20.1	SSW. 1	WNW. 1	SW. 1	SW 1	6.3	10	3	9	8	3.8	1.5	2
15	12.4	12.2	13.0	**12.77**	**-13.50**	12.2	14.0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	10 6	10	6	9	8	4.9	1.2	1
16	13.6	18.8	26.3	18.65	- 7.64	12.9	27.0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	12.2	10	10	7	9	..	1.8	2
17	25.0	21.0	12.6	20.96	- 5.35	12.6	26.4	SW. 1	WNW. 1	SW. 1	SW. 1	3.3	3	10	10	8	2 8	7.3	6
18	20.5	22.0	23.6	21.05	- 5.29	16.2	23.7	W. 1	SW. 1	SSW. 1	SW. 1	8.3	10	9	9	9	2 2	4.0	3
19	21.2	25.5	29.8	25.12	- 1.24	21.2	29.9	S. 1	SW. 1	WSW. 1	calme	1.3	10	9	10	10	0.3	3.9	3
20	30.6	30.2	28.3	**29.88**	**+ 3.49**	27.5	31.1	NW. 1	WSW. 1	SSW. 1	var	2.0	10	4	10	8	1 8	1.4	2
21	24.9	25.3	26.4	25.65	- 0.76	24.9	26.7	WSW. 1	WSW. 0	WSW. 1	WSW. 1	2.1	10	10	9	9	0.5	..	...
22	28.4	27.8	29.1	28.25	+ 1.81	27.3	29.4	WSW. 0	WNW. 0	WSW. 1	calme	0.8	9	3	0	5	3.7	...	....
23	28.8	29.0	28.0	28.69	+ 2.22	27.6	30.0	WSW. 0	W. 0	WNW. 0	calme	0.9	1	1	10	5	4.7	0.4	..
24	28.1	29.1	29.2	28.66	+ 2.16	27.3	29.4	W. 0	NNE. 1	NW. 0	NW. 1	2.5	7	1	10	5	6.6	12.5	6
25	25.2	22.1	18.8	22.95	- 3.58	18.3	28.0	NW. 0	W. 0	SSW. 1	SSW. 1	4.2	10	10	10	10	...	18.2	11
26	23.3	26.3	28.0	24 69	- 1.88	18.5	28.1	SSW. 1	SSW 1	S. 1	SSW. 1	11.3	10	7	0	5	3.3	...	....
27	27.5	26.4	25.1	26.68	+ 0.08	25.1	27.8	SSW. 1	SW. 1	SW. 0	calme	1.7	1	10	10	7	3.7	19.7	10
28	24.6	24 5	24.7	24.51	- 2.13	24.0	25.3	W 1	W. 1	SSW. 1	SW. 1	4.6	10	10	10	10	...	2.2	3
29	24.4	23.2	22.3	23.55	- 3.12	22.2	24.7	W. 1	WNW. 0	WNW. 0	calme	0 6	9	10	7	8	0.8	0 1	...
30	21.1	20.2	21.1	21.08	- 5.63	20.1	22.2	NW. 0	WNW. 0	WNW. 1	calme	0 4	10	10	10	10	...	...	....
Mois	22.63	22.67	22.46	22.57	- 3.28							7.57	8 2	7.4	7.8	7.8	76.5	187.9	124

GENÈVE — NOVEMBRE 1910

Jour du mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Écart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Écart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+ 9.6	+10.3	+10.6	+10.01	+ 3.64	+ 8.4	+12.4	77	70	82	76	- 7	65	92	12.9	+ 1.2	1625
2	7.6	10.7	5.2	8.00	+ 1.21	3.4	11.8	74	45	74	66	-17	43	90	10.4	- 1.1	1530
3	4.7	7.8	10.2	6.61	0.00	2.8	11.4	86	70	71	76	- 7	63	91	7.2	- 4.2	1632
4	9.3	8.3	8.0	9.30	+ 2.86	7.2	12.5	54	83	75	72	-11	39	92	6.7	- 4.6	1702
5	7.5	7.8	3.1	6.56	+ 0.30	1.9	10.0	74	93	96	84	0	60	98	6.7	- 4.5	1655
6	4.1	5.3	3.7	4.19	- 1.90	1.1	6.4	87	75	76	84	0	70	97	....	....	1755
7	3.7	10.6	9.2	7.05	+ 1.13	1.7	12.0	93	60	79	79	- 5	55	94	6.5	- 4.4	1717
8	11.2	12.6	14.1	**12.05**	**+ 6.31**	9.4	14.9	63	63	51	**62**	**-22**	45	75	7.5	- 3.2	1720
9	11.3	14.7	7.4	11.20	+ 5.63	+ 6.7	**15.2**	65	47	91	68	-16	45	98	6.6	- 4.0	1767
10	+ 4.7	6.0	1.2	4.58	- 0.82	0.0	7.5	62	38	79	63	-21	**35**	89	6.9	- 3.6	1790
11	- 1.5	4.0	+ 5.3	2.15	- 3.09	- 2.2	6.1	87	57	91	79	- 5	42	93	6.5	- 3.8	1770
12	+ 1.7	8.1	0.0	3.89	- 1.18	- 1.0	8.6	88	47	66	72	-12	40	90	7.0	- 3.2	1732
13	- 2.5	6.6	+ 1.2	2.08	- 2.83	- 3.2	7.9	91	52	82	78	- 6	47	94	....	....	1710
14	+ 5.8	9.9	7.3	6.66	+ 1.92	+ 3.6	10.6	90	67	75	80	- 1	65	94	8.1	- 1.9	1730
15	6.3	8.8	6.3	6.80	+ 2.22	5.3	10.9	76	55	67	69	-15	53	80	8.1	- 1.7	1727
16	+ 4.0	4.0	2.1	3.67	- 0.75	- 1.3	4.6	80	80	71	78	- 6	68	85	8.4	- 1.3	1665
17	- 2.4	2.8	4.0	1.04	- 3.22	- 2.9	7.6	92	55	87	83	- 1	51	97	7.8	- 1.8	1660
18	+ 2.1	2.8	1.2	2.32	- 1.78	0.0	4.4	76	75	79	73	-11	54	87	7.3	- 2.1	1657
19	0.3	3.5	2.0	1.49	- 2.46	- 0.6	4.6	95	80	79	84	0	70	96	6.9	- 2.4	1635
20	+ 0.5	6.1	0.9	1.73	- 2.06	- 0.4	6.3	92	56	78	80	- 4	54	93	....	....	1625
21	0.0	3.1	+ 0.3	+ 1.25	- 2.39	- 1.1	4.0	92	82	93	84	0	68	96	6.6	- 2.5	1610
22	- 3.0	1.3	- 2.0	- 1.06	- 4.55	- 3.9	3.2	90	78	87	87	+ 3	75	93	6.6	- 2.4	1637
23	- 6.4	2.6	- 1.1	**- 2.16**	**- 5.50**	**- 6.8**	2.7	89	58	87	82	- 2	55	91	6.6	- 2.2	1607
24	- 0.8	1.9	+ 0.1	+ 0.30	- 2.90	- 1.9	3.0	92	69	84	81	- 4	65	94	6.6	- 2.1	1637
25	+ 0.1	2.3	8.0	3.11	+ 0.05	- 0.8	10.3	98	95	81	91	+ 6	64	99	6.5	- 2.1	1655
26	+ 4.3	5.5	0.5	+ 3.84	+ 0.92	- 1.5	7.5	83	61	81	77	- 8	55	90	7.0	1.5	1685
27	- 3.4	2.5	1.8	- 0.04	- 2.82	- 4.2	3.8	94	67	89	86	+ 1	62	97	....	....	1695
28	+ 7.3	9.9	9.4	+ 8.10	+ 5.46	+ 1.8	10.6	94	89	84	91	+ 6	80	99	7.0	- 1.3	1715
29	5.8	9.0	5.9	7.46	+ 4.95	4.4	10.8	97	80	94	90	+ 5	75	98	7.0	- 1.2	1695
30	+ 3.6	+ 7.0	+ 5.9	+ 4.91	+ 2.53	+ 2.5	+ 8.3	98	93	97	**95**	**+10**	81	100	7.0	- 1.1	1610
Mois	3.18	+ 6.53	+ 4.48	+ 4.57	+ 0.02	+ 1.04	+ 8.33	84	68	81	79	- 4			6.41	-3.32	1678

MOYENNES DE GENÈVE. — NOVEMBRE 1910

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	18.91	19.16	19.41	20.06	20.08	19.72	19.96	19.91	19.65
2e »	22.63	22.61	22.83	23.39	22.58	22.17	22.28	22.24	22.59
3e »	25.55	25.28	25.64	26.16	25.39	25.19	25.27	25.30	25.47
Mois	22.36	22.35	22.63	23.20	22.67	22.36	22.50	22.48	22.57

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 7.36	+ 7.42	+ 7.37	+ 9.12	+ 9.41	+ 8.47	+ 7.51	+ 6.98	+ 7.95
2e »	2.53	1.80	1.43	3.24	5.66	4.29	3.23	3.28	3.18
3e »	1.69	1.11	0.75	2.65	4.51	4.27	3.13	2.47	2.57
Mois	+ 3.86	+ 3.44	+ 3.18	+ 5.00	+ 6.53	+ 5.68	+ 4.62	+ 4.24	+ 4.57

Fraction de saturation en %

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
1 décade	78	80	73	66	64	66	77	79	73
2e »	80	84	87	77	62	71	80	80	78
3e »	88	92	93	85	77	80	86	90	86
Mois	82	85	84	76	68	72	81	83	79

Dans ce mois l'air a été calme 206 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{7}{119} = 0.06$.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

	mm
Pression atmosphérique.....	22.59
Nébulosité	7.8
Température $\frac{7+1+9}{3}$ ..	+ 4°.73
Température $\frac{7+1+2\times 9}{4}$ ..	+ 4°.67
Fraction de saturation.....	78 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

	mm
Press. atmosphér.. (1836-1875)	25.85
Nébulosité.. ..... (1847-1875).	7.8
Hauteur de pluie.. (1826-1875).	74mm.0
Nombre de jours de pluie. (id.).	11
Température moyenne ... (id.).	+4°.55
Fraction de saturat. (1849-1875).	83%

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CELIGNY	COLLEX	CHAMBESY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIERES
Hauteur d'eau en mm.	250.2	235.5	209.6	202.3	256.5	236.6	175.9

Station	VERNIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	186.6	187 9	182 5	163.8	172.0	202.5

Insolation à Jussy : 53h9 en novembre.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE

NOVEMBRE 1910

Du 1er au 19, neige tous les jours.
les 21, 24, 25, 26, 27, 29 et 30, neige.
les 3, 5, 6, 10, 11, 12, 15, 16, 18 et 19, très violente bise.
les 2, 5, 7, 9, 11, 13, 14, 15, 17, 27, 29 et 30, vent violent.

GRAND SAINT-BERNARD — NOVEMBRE 1910

Jour du mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Max	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	59.2	58.0	54.2	57.1	- 6.2	53.0	59.5	NE. 1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	**33.5**	**40**
2	51.8	52.0	51.5	51.8	-11.4	51.3	52.6	NE. 2	SW. 4	NE. 2	NE 2	10	10	10	10	28.5	32
3	51.6	53.7	53 5	52.9	-10.3	51 5	53.8	NE. 3	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	32.7	38
4	53.8	56.4	56.8	55.7	- 7.4	53.7	56.9	NE. 2	NE 1	SW. 1	NE. 1	10	10	0	7	15.1	18
5	56.4	53.3	49.7	53.1	- 9 9	49.6	56.7	NE 2	SW. 3	NE. 3	NE. 2	10	10	10	10	26.1	30
6	49.5	51 5	55.5	52.2	-10 8	**49 4**	56.2	NE. 2	NE. 5	NE. 2	NE. 3	10	10	0	7	8.0	8
7	57.4	58.1	58.9	58.1	4.8	56.8	59.6	NE 1	SW. 1	SW. 4	SW. 4	10	10	10	10	28.0	32
8	62.3	63.6	65.2	63.7	+ 0.8	61.2	**65.3**	SW. 2	SW. 2	NE. 1	SW. 2	10	10	4	8	13 8	10
9	65.0	63.6	61 0	63.2	+ 0.4	60.2	65.1	SW. 1	SW 3	SW. 2	SW. 2	3	0	10	4	13.2	10
10	59.0	59.6	62.2	60.3	- 2.4	58.9	62.3	NE. 5	NE. 6	NE. 6	NE. 6	10	10	1	7	3.0	....
11	62.2	59 4	55.4	59.0	- 3.7	55.3	62 3	NE 3	SW. 3	NE. 5	NE. 4	8	10	10	9	18.0	30
12	59.2	62.4	64.0	61.9	- 0.7	56.2	64.1	NE. 5	NE. 2	NE. 3	NE. 3	10	0	0	3	0.5	....
13	64.2	64 0	62.5	63.6	+ 1.0	61.6	64 3	NE. 1	SW. 3	SW. 3	SW. 3	1	2	2	2	5.0	4
14	58.2	56.0	53 6	55.9	- 6.6	52.1	60.5	SW. 4	SW. 2	SW. 1	SW. 2	10	10	2	7	9.1	10
15	50.2	49 6	49.6	**49.8**	**- 12.7**	49.5	52.1	SW. 2	NE. 1	NE. 3	NE. 2	10	10	10	10	5.0	5
16	50.1	52.6	57 8	53.5	- 9 0	49.9	58.1	NE. 1	NE. 3	NE. 1	NE. 2	10	10	10	10	6.5	7
17	58.9	57.5	54.8	57.1	- 5.3	53.7	59 0	NE. 1	SW. 2	SW. 3	SW. 2	0	10	10	7	20.1	23
18	52 4	52.7	53.4	52.8	- 9.6	52.3	53.8	NE 3	NE 3	NE 5	NE. 1	10	10	10	10	9 0	14
19	54.1	56.2	60.2	56.8	- 5.5	53.9	60.7	NE. 2	NE. 3	NE. 5	NE. 3	10	10	10	10	9.6	15
20	61.2	61.0	60.5	60 9	- 1.4	60 1	61.3	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	5	0	10	5	....	....
21	57.9	58.6	58.6	8.1	- 3.9	57 9	58 9	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE 2	10	9	0	6	3 2	5
22	59.3	59.1	59.9	59.4	- 2.8	59.0	60.2	NE. 2	NE 1	NE 1	NE. 1	2	1	0	1	....	....
23	60.5	60.5	60.7	60 6	- 1.6	60.3	60.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	2	1	....	....
24	60.3	62.1	64.3	62.2	+ 0.1	60.3	64.4	NE. 2	NE 2	NE. 1	NE. 2	6	0	0	2	12.6	20
25	61.9	60 0	57.2	59.7	- 2.4	57.2	62.8	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	10	10	10	10	14.2	20
26	57.7	59.2	61.6	59.5	- 2.6	57.4	61.7	SW. 1	NE 1	NE. 1	NE. 1	10	10	1	7	4.0	4
27	61.9	62.3	62.7	62.3	+ 0 2	61 8	62.8	NE. 3	SW. 3	SW. 2	SW. 3	4	7	10	7	4.6	11
28	62.6	63.3	64.2	63.4	+ 1.4	62.6	64.3	SW. 1	calme	SW. 1	SW. 1	10	8	0	6	0.7	..
29	64.0	63 6	63.9	**63.8**	**+ 1.8**	63 6	64.1	SW. 1	SW. 3	SW. 4	SW. 3	10	10	10	10	1.5	1
30	63.0	62.7	61 5	62.4	+ 0.4	61.4	63.1	SW. 4	SW. 3	SW 2	SW. 3	10	10	10	10	7.2	4
Mois	58 19	58.42	58.50	58.37	- 3 65							8.0	7.6	6.1	7.2	342.7	391

GRAND SAINT-BERNARD — NOVEMBRE 1910

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	- 3.5	- 0.5	- 1.6	- 1.9	+ 1.3	- 4.0	**0.0**	85	84	98	89	72	99
2	- 5.6	- 6.9	- 9.4	- 7.3	- 1.0	-11.0	- 2.0	95	85	94	91	76	97
3	- 9.2	- 7.3	- 4.3	- 6.9	- 3.5	-11.0	- 4.0	95	95	100	93	81	100
4	- 4.6	- 3.6	- 6.6	- 4.9	- 1.3	- 7.0	- 3.2	98	82	80	87	72	99
5	- 5.3	- 5.2	- 5.2	- 5.2	- 1.5	- 7.3	- 4.9	95	98	100	98	86	100
6	- 8.4	- 6.4	- 9.4	- 8.1	- 4.2	-10.0	- 5.9	98	99	96	98	91	100
7	- 5.4	- 2.6	- 3.6	- 3.9	+ 0.1	-11.3	- 2.2	100	100	100	100	97	100
8	- 3.2	- 1.5	- 2.4	- 2.4	+ 1.7	- 4.0	- 1.0	100	100	100	100	94	100
9	- 3.6	- 2.4	- 4.4	- 3.5	+ 0.7	- 6.2	- 2.1	92	84	95	90	75	98
10	- 9.3	-11.3	-14.2	-11.6	- 7.2	-15.1	- 5.1	97	93	84	91	79	99
11	-11.3	- 6.5	- 5.6	- 7.8	- 3.3	-16.0	- 5.0	35	100	100	78	28	100
12	-11.2	- 9.6	- 9.6	-10.1	- 5.5	-12.0	- 6.1	95	70	44	70	30	98
13	- 5.4	- 5.2	-10.5	- 7.0	- 2.2	-11.2	- 4.6	61	53	85	66	45	89
14	- 7.6	- 6.2	- 7.3	- 7.0	- 2.1	-11.2	- 6.0	100	100	84	95	72	100
15	- 7.6	- 4.5	- 9.4	- 7.2	- 2.2	-10.0	- 4.1	96	85	100	94	77	100
16	- 9.2	- 8.2	-11.3	- 9.6	- 4.5	-12.0	- 7.0	100	96	98	98	83	100
17	-15.2	-10.6	-12.3	**-12.7**	**- 7.4**	**-17.0**	-10.0	39	29	95	54	23	98
18	-10.3	-12.5	-14.3	-12.4	- 7.0	-15.2	- 9.2	96	96	95	96	90	98
19	-13.6	-10.3	-12.6	-12.2	- 6.7	-16.1	- 9.7	95	95	95	95	91	97
20	-14.2	-12.5	-11.2	-12.6	- 7.0	-15.0	-10.9	95	83	67	82	50	98
21	- 8.6	- 7.3	-11.3	- 9.1	- 3.4	-12.0	- 6.8	98	73	100	90	68	100
22	-13.3	-11.2	-13.6	**-12.7**	- 6.9	-15.2	-10.8	43	52	53	49	37	80
23	-12.5	- 9.4	- 8.4	-10.1	- 4.2	-15.0	- 7.5	37	36	26	**33**	21	50
24	- 7.6	- 5.2	- 4.6	- 5.8	+ 0.2	-10.1	- 3.9	75	34	23	44	**18**	82
25	- 3.2	- 3.3	- 5.6	- 4.0	+ 2.1	- 6.4	- 2.8	100	100	99	100	80	100
26	- 7.2	- 6.2	-10.5	- 8.0	- 1.8	-11.1	- 5.7	98	99	96	98	38	100
27	- 8.4	- 8.2	- 8.2	- 8.3	- 2.0	-11.0	- 7.7	51	71	97	73	45	98
28	- 1.1	- 0.6	- 2.3	**- 1.4**	**+ 5.0**	**- 8.3**	- 0.2	100	100	98	99	76	100
29	- 5.0	- 4.3	- 5.2	- 4.8	+ 1.7	- 6.6	- 3.7	100	100	100	100	89	100
30	- 4.5	- 3.2	- 2.6	- 3.4	+ 3.2	- 5.4	- 1.4	100	100	100	100	92	100
Mois	- 7.85	- 6.42	- 7.92	- 7.49	- 2.10	-10.77	- 5.12	86	83	87	85		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — NOVEMBRE 1910

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

	Pression atmosphérique : 500mm +				**Fraction de saturation en %**			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	56.60	56.98	56.85	56.81	95	91	95	94
2e »	57.07	57.14	57.20	57.13	81	81	86	83
3e »	60.91	61.14	61.46	61.17	80	76	79	79
Mois	58.19	58.42	58.50	58.37	86	83	87	85

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne. $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne. $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 5.81	— 4.77	— 6.11	— 5.56	— 5.70
2e »	— 10.56	— 8.61	— 10.41	— 9.86	— 10.00
3e »	— 7.17	— 5.89	— 7.23	— 6.76	— 6.88
Mois	— 7.85	— 6.42	— 7.92	— 7.40	— 7.53

Dans ce mois l'air a été calme 11 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{125}{79} = 1.58$

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
Eau en millimètres.....	230.0	147.6	134.3	342.7
Neige en centimètres....	55	42	82	391

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME TRENTIÈME

(4me PÉRIODE)

1910. — Nos 7 à 12.

Pages

Note sur la géométrie des feuillets, par *C. Cailler* 5

Etude thermomagnétique sur les ferro-nickels (suite et fin), par *Félix Hegg* 15

Sur la radioactivité des sources minérales de la Suisse (contenu d'émanation de l'eau) (2e communication), par *A. Schweitzer* 46

Etude du versant occidental de la première chaîne du Jura méridional, entre le Reculet et la Mantière (Credo), par *Xénie de Tsytowitch* 68

Idem (suite et fin) (avec les planches I à VII). . 165

L'extension du hêtre, fonction du climat (suite et fin), par *A. Woeikof*. 84

Phénomène de Zeeman longitudinal et transversal des raies D du sodium, par *H. Nagaoka* . 121

Sur le frottement intérieur de quelques métaux aux basses températures, par *C.-E. Guye* et *H. Schapper* 133

Pages

Contribution à la théorie des oxydases, par *A. Bach* 152

Etudes glaciaires, par *F.-A. Forel* 229

Les seiches du lac de Garde, par *Francesco Vercelli* (avec les planches VIII et IX) 255

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant les mois de mars, avril et mai 1910 275

Quatre-vingt-treizième session de la Société helvétique des Sciences naturelles, réunie à Bâle du 4 au 7 septembre 1910 282

Physique. — Affaires administratives. — Rosselet. Notice biographique sur H. Dufour. — R. Bernoulli. Appareil à projections pour les ondes stationnaires. — Le même. Nouveau bolomètre à très grande sensibilité. — Aug. Hagenbach et H. Veillon. Sur les caractéristiques de l'arc du cuivre aux basses pressions. — J. de Kowalski. Sur quelques phénomènes qui accompagnent la décharge oscillante. — W. König. Démonstration expérimentale simple de l'effet Thomson. — A.-L. Bernoulli. Compléments à l'étude expérimentale de la théorie des électrons pour les alliages. — A.-L. Bernoulli. Rapport empirique entre la série de Volta et les constantes optiques des métaux. — Pierre Weiss. Méthode directe de détermination du champ moléculaire. — P. Weiss et G. Foex. Sur les ferro-nickels. — J. de Kowalski. Sur la phosphorescence de quelques corps organiques et sur l'influence de la température dans les phénomènes de luminescence. — De la Rive. Sur l'influence d'une accélération extérieure sur les oscillations d'un pendule et d'une lame élastique. — A. Rosselet. Recherches sur l'ionisation par les rayons ultraviolets et les rayons Rœntgen. — Paul-L. Mercanton. Allure du mouvement superficiel du glacier inférieur d'Arolla. — Paul-L. Mercanton. Effets de la convection et de la conduction thermique des gaz. — Raoul Gautier. Le retour de froid en juin. — Klingelfuss. Mesure de la dureté des rayons Rœntgen. — J.-Y. Buchanan. Action du rayonnement solaire sur la glace du glacier. — H. Baumhauer. Sur l'absorption et la réfraction de la lumière dans le cyanure double de platine. — A.

Pages

Einstein. Sur les forces pondéromotrices qui agissent sur des conducteurs ferromagnétiques disposés dans un champ magnétique et parcourus par un courant. — H. Zickendraht. Appareil pour la démonstration des lois principales de la résistance de l'air. — C.-E. Guye et Mlle Karpowa. Sur l'aimantation en fonction de la fréquence 282

Chimie. — Ed. Schær. Répartition de l'acide cyanhydrique et des saponines dans les végétaux. — A. Haller. L'alcoolyse de quelques éthers-sels. — Le même. Nouveau mode de formation des acides trialcoylacétiques. — J. Schmid. Progrès réalisés dans le domaine des colorants rouges de développement et en particulier dans le groupe du rosanthrène. — A. Conzetti. Nouvelles réactions des aldéhydes aromatiques. — W. Ostwald. Sur la nomenclature chimique. — E. Wedekind. Hydrure de zirconium. — A. Pictet. Nouvelle méthode de préparation des bases isoquinoliques. — A. Werner. Formule stéréochimique des cobaltiaques. — E. Briner. Action chimique de la pression et faux équilibres chimiques. — G. Baume. Quelques essais métallographiques. — F.-L. Perrot. Courbes de fusibilité des mélanges gazeux; combinaisons du gaz ammoniac avec l'oxyde de méthyle et l'alcool méthylique. — W.-J. Müller. Solubilité du picrate de β-naphtol. — D. Reichinstein. Phénomènes de fatigue et de repos dans les cellules produisant le courant. — J. Piccard. Les colorants quinoniques les plus simples..... 399

Recherches sur l'aimantation aux très basses températures, par *Pierre Weiss* et *H. Kamerling Onnes* 341

La glaciation des mers. Les conditions de son développement et les faits observés, par *E. v. Drygalski* 356

Conservation des grêlons et étude de leur microstructure, par *Boris Weinberg* 375

Note préliminaire sur quelques gisements curieux de platine de l'Oural, par *Louis Duparc*.... 379

Sur un pli-faille couché dans la paroi sud du soubassement de la pointe de Platé, près Chedde (Haute-Savoie), par *Edmond Hitzel* 387

Pages

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant les mois de juin, juillet et août 1910 392
Idem (suite et fin, avec la planche X)..... 449
Synthèse de la papavérine, par *Amé Pictet* et *Alphonse Gams* 476
Sur le plissement du sol de l'Europe centrale aux différents âges géologiques, par *L. Rollier* 499
Résumé météorologique de l'année 1909 pour Genève et le Grand Saint-Bernard, par *R. Gautier* 507
Idem (suite et fin)..... 591
Sur la capacité de saturation des combinaisons colloïdales, par *W. Spring*..... 561
Sur l'équivalence d'un circuit plan infiniment petit et d'un aimant élémentaire, par *L. de la Rive* 572
Quelques recherches sur le volcanisme. Sixième et dernière partie : le Kilauea, par *Albert Brun* (avec la planche XI)..... 576
A propos du mémoire de A. Woeikof sur l'extension du hêtre, fonction du climat, par *Augustin de Candolle*..... 588

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

Pages

Séance du 21 avril 1910. — L. Duparc. La région des pegmatites des environs d'Antsirabé (Madagascar). — Th. Tommasina. L'elementarquantum et la théorie électronique de l'éther..... 96
Séance du 12 mai. — Battelli et Mlle Stern. Fonction de la catalase. — Th. Tommasina. Théorie électromagnétique de la polarisation et de la dissociation électrolytique. — F.

Pages

Reverdin. Action de l'acide sulfurique concentré sur quelques nitramines aromatiques 103

Séance du 2 juin. — E. Briner. Nouvelles recherches sur l'action chimique des pressions élevées. — R. de Saussure. Sur les corps solides opposés. — Th. Tommasina. Correction d'une erreur d'interprétation de la répulsion solaire de la queue des comètes et ses conséquences 197

Séance du 7 juillet. — Emile Chaix. Contribution à l'étude géophysique de la région de Genève : la capture de Theiry. — E. Briner et A. Wroczynski. Compression du cyanogène. — Cardoso, Arni et Bell. Détermination des constantes directes des gaz. — Th. Tommasina. Irréductibilité des lois du train d'ondes aux lois du rayon élémentaire. — L. de la Rive. Oscillations d'un pendule dans un train en marche. — Cantoni. Cryoscopie du fluorhydrate et du chlorhydrate d'aniline 428

Séance du 6 octobre. — M. Briquet. Recherches sur l'organisation et les affinités du genre Morisia. — E. Chaix. Graphiques météorologiques sur le Grand Saint-Bernard et Genève. — F. Reverdin. Recherches sur l'action de l'acide sulfurique sur les nitramines aromatiques 611

Séance du 3 novembre. — E. Briner. Sur les faux équilibres chimiques. — Mlle Stern et Battelli. L'oxydation de l'acide succinique par les tissus animaux. — H. Flournoy. L'inhibition des muscles et des réflexes patellaires..... 613

Séance du 17 novembre. — E. Yung. La sensibilité des Gastéropodes terrestres pour la lumière. — L. Duparc. Sur les gisements de cuivre de la Sysserskaya-Datcha 617

Séance du 1er décembre. — A. Brun. Le volcan du Kilauea. Arnold Pictet. Recherches expérimentales sur l'origine de la couleur bleue chez les Lépidoptères 620

Séance du 15 décembre. — R. Chodat. Sur quelques fossiles de l'ère paléozoïque. Sur l'origine des spermaphyles. — Arnold Pictet. La couleur blanche des papillons. — Ph.-A. Guye et N. Boubneff. Recherches sur la stabilité du chlorure de nitrosyle aux basses températures 623

Compte rendu des séances de la Société neuchâteloise des sciences naturelles.

Pages

Séance du 4 février 1910. — Billeter. Expression rationnelle de la force des acides. — H. Spinner. Plantes rapportées de l'Himalaya par le Dr Jacot-Guillarmot 108

Pages

Séance du 18 février. — A. Berthoud. Considérations théoriques sur l'impossibilité de chauffer un solide au-dessus de son point de fusion. — A. Jaquerod. Le mouvement brownien et les théories cinétiques 108

Séance du 4 mars. — A. Brun. Recherches modernes concernant le volcanisme..... 109

Séance du 18 mars. — Billeter. Titration du chlorure stanneux par oxydimétrie. — Fuhrmann. Importance des insectes dans la propagation des maladies épidémiques . . 109

Séance du 15 avril. — M. Thiébaud. La faune microscopique des lacs de l'Oural. — S. de Perrot. Observations limnimétriques et météorologiques faites dans le canton de Neuchâtel en 1909. — Crue extraordinaire des lacs au commencement de 1910 109

Compte rendu des séances de la Société vaudoise des sciences naturelles, à Lausanne.

Pages

Séance du 2 février 1910. — Amann. Asphyxie foudroyante par des vapeurs de benzine. — Paul-L. Mercanton. L'enneigement en 1908. — Bührer. Anomalies de la température en 1909. — Perriraz. Etude morphologique de la feuille de *Solanum dulcamara.* — Ch. Meylan. Myxomycètes du Jura. — Particularités d'une observation du rayon vert. — F.-A. Forel. Apparition extraordinaire d'eaux troubles dans la rade de Genève. — H. Dufour. Observations actinométriques de 1909. Clarens et Lausanne. — B. Galli-Valerio et Bornand, Contrôle du miel par le procédé biologique 203

Séance du 16 février. — B. Galli-Valerio. Les bactéries de l'air à la montagne. — P. Dutoit et Mojoïu. Dosage physico-chimique de quelques éléments de l'urine. — P. Dutoit et Weise. Dosage des traces de métaux nobles. — Pelet et H. Siegrist. Lavage de la laine. — Pelet et Pierre Dutoit. Combinaison tinctorielle. — De Perrot. Observations d'étoiles variables à longue période 537

Séance du 2 mars. — Jeannet. Glissement de terrain de Bougy-Villars. — Constant Dutoit. Appareil permettant de déceler de faibles différences de niveau. — A. Vautier-Dufour. Observation astronomique. — A. Tonduz. Pluie de cendres. — F.-A. Forel. Excavation de la cuvette des lacs par érosion glaciaire. — Th. Bieler-Chatelan. Caillou erratique. — S. Bieler. Introduction de la pomme de terre en France. — S. Bieler. Deux pieds de porcs syndactyles 539

Pages

Séance du 16 mars. — F.-L. Kohlrausch (Zurich). Les éléments radioactifs 544

Séance du 6 avril. — A. Vautier-Dufour. Deux photographies des étoiles polaires N. — J. Amann. Etude ultramicroscopique des solutions d'iode dans les différents dissolvants. — W. Larden. Photographies d'insectes. — Bieler. Crâne de *Paresseux Unau.* — J. Perriraz. Quelques hybrides de primevères 545

Séance du 4 mai. — Wilczeck. Gentiana acaulis. — Th. Th. Bieler-Châtelan. Rôle de la silice dans la végétation . 630

Compte rendu des séances de la Société de chimie de Genève.

Pages

Séance du 12 mai 1910. — J. Walter. Fabrication de la diméthylaniline. — F. Battelli et L. Stern. Alcool-oxydase et catalase. — E. Ferrario et P. Kopelowitz. Action du chlorure de benzylidène sur la résorcine 425

Séance du 9 juin. — A. Pictet. Réactions de la papavérine et de la cryptopine. — E. Ferrario et S. Körner. Action du peroxyde de sodium sur les organomagnésiens. — A. Bach et B. Sbarsky. Oxydation des acides gras supérieurs par les ferments oxydants 427

BULLETIN SCIENTIFIQUE

MATHÉMATIQUES

Burali-Forti et Marcolongo. Eléments de calcul vectoriel 438

PHYSIQUE

A. Righi. Recherches sur les rayons magnétiques 210

O.-D. Chwolson. Traité de physique 329

H.-A. Lorentz. Mouvements visibles et invisibles.. 329

Albert Defant. Ueber die stehenden Seespiegelschwankungen in Riva am Gardasee 549

Heinrich Weber. Die partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik 551

E. Abderhalden. Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung 632

Pages

MÉTÉOROLOGIE

Julius Hann. Handbuch der Klimatologie..... 634
Richard Assmann. Die Winde in Deutschland..... 635
J. Maurer, Rob. Billwiller jun. und *Cl. Hess.* Das Klima der Schweiz auf Grundlage der 37 jährigen Beobachtungsperiode 1864-1900 636

PHYSIQUE DU GLOBE

Karl Störmer. Photographie des aurores boréales et nouvelle méthode pour mesurer leur altitude 111

PHYSIOLOGIE

Stéphane Leduc. Théories physico-chimiques et générations spontanées..... 112

CHIMIE

William-J. Wohlleben. Sur les phénols monohalogénés 112
Ch. Marschalk. Sur le p-benzylcoumarane 210
Fr. Fichter et *H.-P. Labhardt.* Scission de l'acide crotonique par l'ammoniaque à chaud 211
Ch. Marschalk. Sur le calcium métallique et l'alcool absolu comme réducteur 211
A. Bistrzycki et *M. Fellmann.* Elimination d'oxyde de carbone des aldhédydes 212
H. Dumont et *J. Tambor.* Sur la diméthoxy-1-3-coumarone..... 331
Ch. Marschalk. Détermination de la constitution des cétones coumaraniques 332
J. Reigrodsky et *J. Tambor.* Synthèse de la dioxy-2-3-flavone..... 439
J. Tambor. Sur la méthylation complète au moyen du sulfate de méthyle 440
A. von Graffenried et *St. von Kostanecki.* Contribution à la connaissance du groupe de la coumarone 552

Pages

J. Abelin et *St. von Kostanecki.* Sur quelques dérivés de la styryl-2-coumarone 552

J. Milobedzka. St. von Kostanecki et *V. Lampe.* Contribution à la connaissance de la curcumine 633

CHIMIE PHYSIQUE

J. Munoz del Castillo. Observation relative à la classification des corps simples 330

E. Moralès Chofré. Constantes radioactives et chimico-physiques de quelques eaux thermales d'Espagne 330

Liste bibliographique des travaux de chimie faits en Suisse..... 213

Idem..... 671

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de juin 1910 113

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de juillet 1910 213

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de août 1910..... 333

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de septembre 1910..... 441

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois d'octobre 1910 553

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de novembre 1910 645

TABLE DES AUTEURS

POUR LES

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

SUPPLÉMENT

A LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ANNÉE 1910, Tomes XXIX et XXX (Quatrième période)

A

Abelin, J. et *St. von Kostanecki.* Quelques dérivés de la styryl-2-coumarone, XXX, 552.

Altweg, H. Les cyanates d'acyles, XXIX, 445.

Amann, J. Recherches et observations ultramicroscopiques, XXIX, 225. — Etude ultramicroscopique de la fausse solution de tartrate ferripotassique, XXIX, 558. — Observations ultramicroscopiques des réactions photochimiques, XXIX, 562. — Solutions d'iode, XXIX, 563. — Asphyxie foudroyante par des vapeurs de benzine, XXX, 203.

Arni. Voir *Cardoso.*

Assmann, R. Les vents en Allemagne, XXX, 635.

B

Bach, A. Décomposition de l'eau par les hypophosphites en présence du palladium, XXIX, 549. — Nouvelle méthode pour l'extraction des ferments, XXIX, 552. — Oxydase sans fer ni manganèse, XXIX, 553. — Influence des sels métalliques sur les produits de l'action des oxydases, XXIX, 556. — Théorie des oxydases, XXIX, 649. XXX, 152.

Bach, A. et *B. Sbarsky.* Oxydation des acides gras supérieurs par les ferments oxydants, XXX, 427.

Battelli A., A. Occhialini et *S. Chella.* La radioactivité et la constitution de la matière, XXIX, 353.

Battelli F. et *L. Stern.* L'alcoolase dans les tissus animaux, XXIX, 551. — Fonction de la catalase. XXX, 103. — Alcool-oxydase et catalase, XXX, 425. — Oxydation de l'acide succinique par les tissus animaux, XXX, 615.

Bauer, Ed. Voir *Haller.*

Baume, G. Voir *Perrot.*

Baume G. et *E. Watson.* Quelques essais métallographiques, XXX, 418.

Baumhauer H. L'absorption et la réfraction de la lumière dans le cyanure double de platine, XXX, 320.

Battelli, M. Voir *Stern.*

Béchamp. Voir *Haller*.
Bell. Voir *Cardoso*.
Béraneck, Ed. Voir *Fuhrmann*.
Berl, E. et *A. Fodor*. Saponification des nitrocelluloses, XXIX, 439.
Bernoulli, A. L. Rapport empirique entre la série de Volta et les constantes optiques des métaux, XXX, 301.
Bernoulli R. Appareil à projections pour les ondes stationnaires, XXX, 289. — Nouveau bolomètre à très grande sensibilité, XXX, 289.
Bernoulli, W. Voir *Fichter*.
Berthoud, A. Sur l'impossibilité de chauffer un solide au dessus de son point de fusion, XXX, 108.
Bieler-Chatelan, Th. Caillou erratique, XXX, 542. — Rôle de la silice dans la végétation, XXX, 630.
Bieler, S. Introduction de la pomme de terre en France, XXX, 543. — Deux pieds de porcs syndactyles, XXX, 543. — Crâne de Paresseux Unau, XXX, 548.
Biermann. Hydrographie du Jorat, XXIX, 447.
Billeter, O. Constante d'affinité des acides, XXIX, 445. — Expression rationelle de la force des acides, XXX, 108. — Titration du chlorure stanneux par oxydimétrie, XXX, 109.
Billwiller, R. Voir *Maurer*.
Bistrzycki, A. et *M. Fellmann*. Elimination d'oxyde de carbone des aldéhydes, XXX, 212.
Blanc. Furonculose de la truite, XXIX, 451.
Bornand, M. Voir *Galli Valerio*.
Bouasse, H. Cours de mécanique rationnelle et expérimentale, XXIX, 565.
Briner, E. et *A. Wroczynski*. Action chimique des pressions élevées, XXIX, 342, 435, XXX, 197, 418. — Compression du cyanogène, XXX, 431. — Sur les faux équilibres chimiques, XXX, 613.
Briquet, J. Rapport annuel de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, XXIX, 420. — Recherches sur l'organisation et les affinités du genre Morisia, XXX, 611.
Brun, A. L'exhalaison volcanique secondaire, XXIX, 99. — De la teneur en carbone des laves modernes, XXIX, 437. — Le carbone des laves, XXIX, 551. — Composition des gaz contenus dans les laves volcaniques, XXIX, 661. — Recherches sur le volcanisme, XXX, 109. — Le Kilauea, XXX, 576. — Voir *Collet*.
Buchanan, J. Y. Action du rayonnement solaire sur la glace du glacier, XXX, 319.
Bugnion et *Tcherkasky*. Tapetum lumineux chez les mammifères et les insectes, XXIX, 226.
Buhrer. Anomalies de la température en 1909, XXX, 204.
Burali-Forti et *Marcolongo*. Eléments de calcul vectoriel, XXX, 438.
Burdet, Ad. Les oiseaux surpris par la photographie, XXIX, 661.

C

Cailler, C. Géométrie des feuillets, XXX, 5. — Analyse de divers travaux, XXIX, 565 ; XXX, 438, 551.
Candolle, Aug. de. A propos du mémoire de Woeikof sur l'extension du hêtre, XXX, 588.
Cardoso, Arni et *Bell*. Détermination des constantes critiques des gaz, XXX, 432.
Carl, J. Notes zoogéographiques sur l'Afrique centrale, XXIX, 94.
Chaix, Em. Etude géophysique de la région de Genève, XXX, 428. — Graphiques météorolo-

giques sur le Grand Saint-Bernard et à Genève, XXX, 611.
Chella, S. Voir *Battelli,*
Chodat, R. Fossiles de l'ère paléozoïque. Sur l'origine des spermaphyles, XXX, 623.
Chwolson, O. D. Traité de physique, XXIX, 234; XXX, 329.
Claparède, Ed. Remarques sur le contrôle des médiums, XXIX, 644.
Clavel. Voir *Kehrmann.*
Collet, L.-W. Calcaires et brèches dolomitiques dans le Lias du Mont Arvel, XXIX, 98. — La mer norvégienne d'après B. Holland-Hansen et Fridtjof Nansen, XXIX, 381. — Voir *Lambert.*
Collet L.-W. et *A. Brun.* Résultats préliminaires sur l'étude des matériaux récoltés au Chinyero, XXIX, 424. — Analyse des sels acides chloro-fluorés complexes ammoniacaux récoltés par M. Montagnier au cratère du Chinyero, XXIX, 438, 618.
Collet, L.-W. et *H.-F. Montagnier.* Sur la récente éruption du Chinyero à Ténérife, XXIX, 422.
Conzetti, Al. Nouvelles réactions des aldéhydes aromatiques, XXX, 409.
Corbino, O.-M. Distribution des lignes isodynamiques entre les pôles d'un électroaimant et anomalies du phénomène de Zeeman, XXIX, 577.

D

Damje. W. Voir *Kaufmann.*
Darwin, Francis. Théorie mnémique de l'hérédité, XXIX, 396, 494.
Defant, Alb. Les seiches du lac de Garde, XXX, 549.
D'Espine, Ad. Analyse de divers travaux, XXX, 112.
Dessau, Bernhard. Propriétés physico-chimiques des alliages, XXIX, 665.
Dessoulavy, E. Voir *Grandmougin.*
Droz, Abram. Loi d'approche à la saturation de l'intensité d'aimantation à la saturation en valeur absolue, XXIX, 204, 290.
Drygalski, E. von. La glaciation des mers, XXX, 356.
Duaime, H. Voir *Gautier.*
Dubois, Aug. Une Astérie fossile du Hauterivien de St-Blaise, XXIX, 349.
Dufour, H. Observations actinométriques de 1909, XXX, 207. — Notice biographique sur-, XXX, 385.
Duhem, P. Thermodynamique et chimie, XXIX, 457.
Dumont, H. et *J. Tambor.* La diméthoxy-1-3-coumarone, XXX, 331.
Duparc, L. La région des pegmatites des environs d'Antsirabé (Madagascar), XXX, 96. — Quelques gisements curieux de la plaine de l'Oural, XXX, 379. — Gisements de cuivre de la Sysserskaya-Datcha, XXX, 618.
Duparc, L., R. Sabot et *M. Wunder.* Sur quelques minéraux des pegmatites de Madagascar, XXIX, 62.
Dutoit, Constant. Appareil permettant de déceler de faibles différences de niveau, XXX, 539.
Dutoit, Paul. Application des méthodes physico-chimiques à l'analyse quantitative, XXIX, 433.
Dutoit, Paul et *P. Mojoïu.* Dosage de quelques éléments de l'urine par les conductibilités électriques, XXIX, 561.
Dutoit, Paul et *von Weisse.* Dosage de traces de métaux nobles, XXIX, 559.
Dutoit, Paul et *Henny.* Dosage de l'alcalinité combinée aux acides tartrique, malique et succinique, XXIX, 561.

Dutoit, Pierre. Voir *Pelet-Jolivet.*
Dutoit, Pierre et *Pelet-Jolivet.* Fixation du chromate de plomb, XXIX, 561.

E

Einstein, A. Le principe de relativité, ses conséquences dans la physique moderne, XXIX, 5, 125. — Théorie des quantités lumineuses et question de la localisation de l'énergie électromagnétique, XXIX, 525. — Les forces pondéromotrices qui agissent sur des conducteurs ferromagnétiques disposés dans un champ magnétique et parcourus par un courant, XXX, 323.

F

Fabry, E. Problèmes et exercices de mathématiques générales, XXIX, 233.
Faes, H. Les maladies des plantes cultivées et leur traitement, XXIX, 107. — Une curieuse chenille de Costa-Rica, XXIX, 659.
Fellmann, M. Voir *Bistrzycki.*
Ferrario, E. et *A. Harnack.* La résorcine, XXIX, 439.
Ferrario, E. et *M. Kartschmar.* Colorants azoïques dérivés de la m-nitro-p-anisidine, XXIX, 555.
Ferrario, E. et *P. Kopelowitz.* Action du chlorure de benzylidène sur la résorcine, XXX, 426.
Ferrario, E. et *S. Körner.* Action du peroxyde de sodium sur les organo-magnésiens, XXX, 427.
Ferrario, E. et *W. Kritchevski.* Dérivés de la résorcine, XXIX, 552.
Ferrario, E. et *M. Neumann.* Action de l'iodure d'o anisylmagnésium sur l'anhydride phtalique, XXIX, 438. — Synthèse du fluorane, XXIX, 554.
Ferrario, E. et *N. Romanoff.* L'acide $\beta\beta$-diphénylacrylique, XXIX, 555.
Ferrario, E. et *M. Tretiakoff.* L'hydrogène sélénié, XXIX, 439.
Ferrario, E., M. Tretiakoff et *M. Neumann.* Synthèse du fluorane, XXIX, 549.
Ferrario, E. et *H. Vinay.* Dérivés halogénés du soufre, XXIX, 438.
Ferrario, E. et *L. Weber.* Quelques dérivés de l'acénaphtène, XXIX, 439.
Fichter, F. et *W. Bernoulli.* Réduction électrolytique du sulfochlorure-4 de nitro 2-toluène, XXIX, 106.
Fichter, Fr. et *H.-P. Labhardt.* Scission de l'acide crotonique par l'ammoniaque à chaud, XXX, 211.
Fichter, Fr. et *O. Walter.* Le p-diphénylphénol, XXIX, 670.
Finkelstein, M. Voir *Pictet.*
Flournoy, Henri. L'inhibition des muscles et des réflexes patellaires, XXX, 615.
Fodor, A. Voir *Berl.*
Foex, G. Voir *Weiss.*
Forel, F.-A. La source de l'Orbe, XXIX, 227. — Observations météorologiques faites à Morges, XXIX, 449. — Age probable du vase trouvé au Boiron, XXIX, 454. — Apparition extraordinaire d'eaux troubles dans la rade de Genève, XXX, 206. — Etudes glaciaires, XXX, 229. — Excavation de la cuvette des lacs par érosion glaciaire, XXX, 540.
Freedericksz, V. Voir *Guye.*
Friedmann. Voir *Pfeiffer.*
Fuhrmann, O. Importance des insectes dans la propagation des maladies épidémiques, XXX, 109.
Fuhrmann, O. et *Ed. Béraneck.* Anémie des mineurs et des ouvriers des tunnels, XXIX, 231.

rhinoscleromatis, XXIX, 450. — Mouches et maladies parasitaires, XXIX, 658. — Les bactéries de l'air à la montagne, XXX, 537.
Galli-Valerio, B. et *M. Bornand.* Contrôle du miel par le procédé biologique, XXX, 209.
Galli-Valerio et *J. Rochat de Jongh.* Eclosion d'œufs de Culex, XXIX, 229.
Gams, A. Voir *Pictet.*
Gautier, R. Le retour de froid en juin, XXX, 314. — Résumé météorologique de l'année 1909 pour Genève et le Grand Saint-Bernard, XXX, 507, 590. — Analyse de divers travaux, XXX, 633.
Gautier, R. et *H. Duaime.* Observations météorologiques faites aux fortifications de St-Maurice pendant l'année 1908, XXIX, 72.
Graffenried, A. von et *St. von Kostanecki.* Contribution à la connaissance du groupe de la coumarone, XXX, 552.
Grandmougin, E. et *A. Lang.* La flavéosine, XXIX, 235.
Grandmougin, E. et *E. Dessoulavy.* Les indigo-bis-arylimides, XXIX, 669.
Grün, Ad. Composés complexes des alcools polyatomiques, XXIX, 440.
Gruner, P. Problèmes de physique moderne, XXIX, 455.
Guye, C.-E. La viscosité des métaux, XXIX, 474.
Guye, C.-E. et *V. Freedericksz.* Sur le frottement intérieur des solides aux basses températures, XXIX, 49, 157, 261.
Guye, C.-E. et *Karpowa.* L'aimantation en fonction de la fréquence, XXX, 326.
Guye, C.-E. et *Ratnowsky.* Variation de l'inertie des corpuscules cathodiques en fonction de la vitesse et principe de relativité, XXIX, 339.
Guye, C.-E. et *H. Schapper.* Sur

G

Galli-Valerio. Congrès international de médecine de Budapest, XXIX, 226. — Bacterium le frottement intérieur de quelques métaux aux basses températures, XXX, 133.
Guye, C.-E. et *A. Tscherniawsky.* Sur la mesure de très hauts potentiels par l'emploi d'électromètres sous pression, XXIX, 340, 530.
Guye, Ph.-A. et *N. Boubnoff.* Recherches sur la stabilité du chlorure de nitrosyle aux basses températures, XXX, 628.

H

Hagenbach, Aug. et *H. Veillon.* Caractéristiques de l'arc du cuivre aux basses pressions, XXX, 289.
Haller, A. et *Ed. Bauer.* Un nouveau mode de formation des acides trialcoylacétiques, XXX, 404.
Haller, A. et *Béchamp.* Alcoolyse de quelques éthers-sels dérivés des alcools et des phénols, XXX, 401.
Hann, J. Traité de climatologie, XXX, 634.
Harnack, A. Voir *Ferrario.*
Hegg, F. Etude thermomagnétique sur les ferro-nickels, XXIX, 592 ; XXX, 15.
Henny. Voir *Dutoit.*
Hess, Cl. Voir *Maurer.*
Hitzel, Ed. Sur un pli-faille couché dans la paroi sud du soubassement de la pointe de Platé, XXX, 387.
Hussy, R. Voir *Kaufmann.*

I

Iseli, L. Photographie astronomique, XXIX, 347. — Les courbes de Riccati et la fonction anharmonique, XXIX, 349.

J

Jaccard, Fr. Hydrographie du Jorat, XXIX, 448.
Jaquerod, A. et *Pellaton.* Les constantes critiques du chlore, XXIX, 535.
Jaquerod, A. et *Tourpaïan.* Application du principe d'Archimède à la détermination des densités gazeuses, XXIX, 535.
Jeannet. Glissement de terrain de Bougy-Villars, XXX, 539.
Jones. Voir *Kehrmann.*

K

Kamerlingh Onnes. Voir *Perrier.* Voir *Weiss.*
Karpowa. Voir *Guye.*
Kartschmar, M. Voir *Ferrario.*
Kaufmann, A., R. Hussy et *W. Damje.* Méta et ortho-phénanthrolines, XXIX, 550.
Kehrmann, F. et *Jones.* La fluorone, XXIX, 443.
Kehrmann, F., Petitpont, Silger, Stiller et *Clavel.* Les composés de l'oxonium, XXIX, 442.
Klingelfuss, F. Mesure de la dureté des rayons Rœntgen, XXX, 316.
Kœnig, Walter. Démonstration de l'effet Thomson, XXX, 295.
Kohlrausch, F.-L. Les éléments radioactifs, XXX, 544.
Konrad, Paul. Soudure des rails par le procédé aluminothermique, XXIX, 232.
Kopelowitz, P. Voir *Ferrario.*
Körner, S. Voir *Ferrario.*
Kostanecki, St. von. Voir *Graffenried.* Voir *Abelin.* Voir *Milobedzka.*
Kowalski, J. de. Quelques problèmes d'émission de la lumière, XXIX, 524. — Quelques phénomènes qui accompagnent la décharge oscillante, XXX, 293. — Phosphorescence de quelques corps organiques et influence de la température dans les phénomènes de luminescence, XXX, 305.
Kritchevski, W. Voir *Ferrario.*
Kubli, H. Voir *Willstætter.*

L

Labhardt, H.-P. Voir *Fichter.*
Lambert, J. et *L.-W. Collet.* Clypeastres du Miocène de Majorque, XXIX, 97.
Lampe. Voir *Milobedzka.*
Lang, A. Voir *Grandmougin.*
Larden, W. Photographies d'insectes, XXX, 547.
Larguier des Bancels, J. et *H. Siegrist.* Pinacyanol et pinachrome bleu, XXIX, 562.
Laurence, Pullar. Voir *Murray.*
Leduc, St. Théorie physico-chimique et générations spontanées, XXX, 112.
Legrand Roy. Variation du baromètre pendant le cyclone du commencement de décembre 1909, XXIX, 351.
Lehmann, O. Technique de physique de Frick, XXIX, 104.
Lipska, I. Voir *Yung.*
Lessert, R. de. Distribution géographique des Araignées en Suisse, XXIX, 336.
Lorentz, H.-A. Mouvements visibles et invisibles, XXX, 329.
Louguinine, W. Description d'un nouvel appareil pour la détermination des chaleurs spécifiques, XXIX, 29.
Lugeon, M. Un télémètre de Zeiss, XXIX, 660.

M

Marcolongo. Voir *Burali-Forti.*
Marschalk, Ch. La p-benzyl coumarone, XXX, 210. — Le calcium métallique et l'alcool absolu comme réducteur, XXX, 211. — Détermination de la constitution des cétones coumaraniques, XXX, 332.
Massini. Voir *Schmidlin.*

Maurer J. Le climat de la Suisse, XXIX, 353.
Maurer, J., Rob. Billwiller et *Cl. Hess.* Le climat de la Suisse, XXX, 636.
Mayor, Eug. Flore mycologique du canton de Neuchâtel, XXIX, 347.
Mayor, Louis. Appareils pour faciliter l'enseignement de l'électricité, XXIX, 450.
Mazzoli, C. Voir *Pelet-Jolivet.*
Mercanton, P.-L. Sépulture du Boiron de Morges, XXIX, 453. — Valeur de l'hypothèse fondamentale de la méthode de Folgheraiter, XXIX, 531. — Appareil de cours, XXIX, 532. — Préparation du radium, XXIX, 661. — L'enneigement en 1908, XXX, 203. — Effets de la convection et de la conduction thermique des gaz, XXX, 314. — Allure du mouvement superficiel du glacier inférieur d'Arolla, XXX, 314.
Meylan, Ch. La variation des espèces, XXIX, 226. — Myxomycètes du Jura, XXX, 205. — Particularités d'une observation du rayon vert, XXX, 205.
Milobedzko, St. von Kostanecki et *V. Lampe.* Contribution à la connaissance de la curcumine, XXX, 633.
Mojoïu, P. Voir *Dutoit.*
Montagnier, H.-F. Voir *Collet.*
Morales Choffré, E. Constantes radioactives et chimico-physiques de quelques eaux thermales d'Espagne, XXX, 330.
Müller, W.-J. La solubilité du picrate de β-naphtol, XXX, 421.
Munoz del Castillo, J. Observation relative à la classification des corps simples, XXX, 330.
Murisier. Furonculose de la truite, XXIX, 451.
Murray, J. et *Laurence Pullar.* Bathymétrie des lacs d'Ecosse, XXIX, 568.

N

Nagaoka, H. Phénomène de Zeeman longitudinal et transversal des raies du sodium, XXX, 121.
Neumann, M. Voir *Ferrario.*

O

Observatoire de Genève. Observations météorologiques, XXIX, 117, 237, 357, 461, 569, 681; XXX, 113, 221, 333, 441, 553, 645. — Observations météorologiques faites au Grand Saint-Bernard, XXIX, 121, 241, 362, 465, 573, 685; XXX, 117, 224, 337, 445, 557, 649. — Observations météorologiques faites aux forts de Saint-Maurice, XXIX, 329, 413; XXX, 275, 392.
Occhialini, A. Voir *Battelli.*
Ostwald, W. La nomenclature chimique, XXX, 412.

P

Paterno, G. Diazotation des fluorhydrates, XXIX, 537.
Pelet-Jolivet. Nature de la combinaison tinctorielle, XXIX, 445. — Théorie de la teinture, XXIX, 667. — Voir *Dutoit.*
Pelet-Jolivet. Voir *Siegrist.*
Pelet-Jolivet et *Paul Dutoit.* Sel d'aluminium du ponceau cristallisé, XXIX, 560. — Bronzes lacustres, XXIX, 564. — La combinaison tinctorielle, XXX, 538.
Pelet-Jolivet et *C. Mazzoli.* Pouvoir décolorant des charbons amorphes, XXIX, 229.
Pelet-Jolivet et *H. Siegrist.* Relations entre le lavage et la teinture de la laine, XXIX, 558; XXX, 537.
Pellaton. Voir *Jaquerod.*
Perrier, Alb. Sur l'orientation et l'aimantation d'ellipsoïdes fortement diamagnétiques, XXIX, 469.

Perrier, Alb. et *Kammerlingh Onnes.* Propriétés magnétiques de l'oxygène solide et liquide, XXIX, 528.

Perriraz, J. Maladies de Thymus serpyllum et d'Arabis alpina, XXIX, 227. — Germination des graines, XXIX, 452. — Etude morphologique de la feuille de *Solanum dulcamara*, XXX, 205, — Quelques hybrides de primevères, XXX, 548.

Perrot, F.-L. et *G. Baume.* Courbes de fusibilité des mélanges gazeux, combinaison du gaz ammoniac avec l'oxyde de méthyle et l'alcool méthylique, XXX, 420.

Perrot, S. de. Observations limnimétriques et météorologiques faites dans le canton de Neuchâtel en 1909, XXX, 110. — Crue extraordinaire de nos lacs au commencement de 1910, XXX, 110. — Observations d'étoiles variables à longue période, XXX, 538.

Petitpont. Voir *Kehrmann.*

Pfeiffer, P., Rekate et *Friedmann.* Sels doubles halogénés, XXIX, 444.

Piccard, J.-F. Constitution et couleur des quinone-imines, XXIX, 458.

Piccard, Jean. Les colorants quinoniques les plus simples, XXX, 422.

Pictet, Amé. Action de la triméthylamine sur les sels quaternaires de la pyridine et de la quinoléine, XXIX, 554. — Réactions de la papavérine et de la cryptopine. XXX, 427. — Analyse de divers travaux, XXIX, 667.

Pictet, Amé et *M. Finkelstein.* Synthèse de la laudanosine, XXIX, 245.

Pictet, Amé et *A. Gams.* Synthèse de la papavérine, XXIX, 548; XXX, 476. — Nouveau procédé de préparation synthétique des bases isoquinoliques, XXX, 414.

Pictet, Arnold. Nouvelles recherches sur la variation des papillons, XXIX, 640. — Mécanisme de l'albinisme et du mélanisme chez les Lépidoptères, XXIX, 650. — Recherches expérimentales sur l'origine de la couleur bleue chez les Lépidoptères, XXX, 620, 623.

Pidoux. Comète de Halley, XXIX, 542.

Pittard, Eug. Matériaux pour l'interprétation de la suture métopique, XXIX, 321.

Platania, G. Le tremblement de terre du détroit de Messine le 28 décembre 1908, XXIX, 457.

Pohl, Rob. Transmission électrique des images à distance, XXIX, 352.

Preisig. Furonculose de la truite, XXIX, 451.

Prevost, J.-L. et *L. Saloz.* Contraction des bronches, XXIX, 536.

R

Ratnowsky. Voir *Guye.*

Reichinstein, D. Phénomènes de fatigue et de repos dans les cellules produisant le courant, XXX, 421.

Reigrodsky, J. et *J. Tambor.* Synthèse de la dioxy-2-3-flavone, XXX, 439.

Rekate. Voir *Pfeiffer.*

Reverdin, F. Action de l'acide sulfurique concentré sur quelques nitramines aromatiques, XXIX, 376, 552, 612. — Une nitro-p-anisidine, XXIX, 476, 555.

Righi, A. Sur le mouvement d'un électron autour d'un ion dans un champ magnétique, XXIX, 105. — Ionisation de l'air dans un tube de décharge placé dans un champ magnétique, XXIX, 566. — Recherches sur les rayons magnétiques, XXX, 210.

Rive, L. de la. Solidarité magnétique des molécules des aimants, XXIX, 341. — Influence d'une accélération extérieure sur les oscillations d'un pendule et d'une lame élastique, XXX, 308. — Sur les oscillations d'un pendule dans un train en marche, XXX, 436. — Sur l'équivalence d'un circuit plan infiniment petit et d'un aimant élémentaire, XXX, 572.

Rochat de Jongh. Voir *Galli-Valerio.*

Rollier, L. Le plissement du sol de l'Europe centrale aux différents âges géologiques, XXX, 499.

Romanoff, N. Voir *Ferrario.*

Rosselet. Notice biographique sur Henri Dufour, XXX, 283. — Recherches sur l'ionisation par les rayons ultraviolets et les rayons Rœntgen. XXX, 311.

S

Sabot, R. Voir *Duparc.*

Saloz, L. Voir *Prevost.*

Sarasin, C. Glissement de boue aux Voirons, XXIX. 100.

Sarasin, Ch. et *Tsytowitch, X. de.* Géologie des environs de Chésery, XXIX, 543.

Sarasin. Edouard. Analyse de divers travaux, XXX, 549.

Saussure, R. de. Les systèmes de corps solides cotés, XXIX, 96, 310, 484. — Formule sur le potentiel mutuel de deux courants, XXIX, 532. — La forme fondamentale de la géométrie des feuillets, XXIX, 538. — Sur les corps solides opposés, XXX, 198.

Sbarsky, B. Voir *Bach.*

Schœr, Ed. Répartition de l'acide cyanhydrique et des saponines dans les végétaux, XXX, 400.

Schapper, H. Voir *Guye.*

Schardt. Géologie de la région entre le Lœtschberg et le Wildstrubel, XXIX, 232. — Affleurement de terrain molassique aquitanien à la Poissine, XXIX, 351. — Un éboulement préhistorique près de Chironico (Tessin), XXIX, 351.

Schmid, J. Progrès réalisés dans le domaine des colorants rouges de développement et en particulier dans le groupe du rosanthrène, XXX, 407.

Schmidlin, J. Le triphénylméthyle, XXIX, 436.

Schmidlin, J. et *A. Massini.* L'acide monoperphosphorique, XXIX, 437.

Schweitzer, A. Sur la radioactivité des sources minérales de la Suisse, XXX, 46.

Siegel, A. Résistance à l'enlèvement des électrolytes adsorbés, XXIX, 559.

Siegrist, H. Voir *Larguier des Bancels.* — Voir *Pelet-Jolivet.*

Siegrist, H. et *Pelet-Jolivet.* Quelques periodnres des bases organiques, XXIX, 441.

Silger. Voir *Kehrmann.*

Somigliana, C. Extension de la théorie de l'électricité, XXIX, 234.

Spinner, H. Enrichissement de la flore phanérogamique neuchâteloise, XXIX, 230. — Plantes rapportées de l'Himalaya par le Dr Jacot-Guillarmot, XXX, 108.

Spring, W. Observations sur l'action détersive des solutions de savon, XXIX, 42, 365. — Sur une modification lente de la constitution des solutions de certains sels, XXIX, 145. — Sur la capacité de saturation des combinaisons colloïdales, XXX, 561.

Stern, L. Voir *Battelli.*

Stern et *M. Battelli.* Oxydation des alcools et des aldéhydes par les tissus animaux, XXIX, 424. — Oxydation de l'acide succinique par les tissus animaux, XXX, 613.

Stiller. Voir *Kehrmann*.
Störmer, C. Les équations explicites de la trajectoire d'un corpuscule électrique dans le champ d'un seul pôle magnétique, XXIX, 666. — Photographies des aurores boréales et nouvelle méthode pour mesurer leur altitude, XXX, 111.

T

Tambor, J. La méthylation complète au moyen du sulfate de méthyle, XXX, 440. — Voir *Dumont*. — Voir *Reigrodski*.
Tcherkasky. Voir *Bugnion*.
Tscherniawsky, A. Voir *Guye*.
Thiébaud, M. La faune microscopique des lacs de l'Oural, XXX, 109.
Tommasina, T. Fonctions réciproques des notions fondamentales, XXIX, 101. — Interprétation mécanique de la masse électromagnétique, XXIX, 343, 426. — Causes et effets de l'accélération séculaire au moyen du mouvement de la lune, XXIX, 429. — Les deux sources des forces centrifuges, XXIX, 539. — Continuité de l'accélération séculaire du moyen mouvement des planètes, XXIX, 544. — Le sens de la concavité de l'orbite du soleil, XXIX, 646. — Les marées et le rapport actuel entre les vitesses de rotation et de révolution de la terre, XXIX, 655. — L'élémentarquantum et la théorie électronique de l'éther, XXX, 100. — Théorie électromagnétique de la polarisation et de la dissociation électrolytique, XXX, 104. — Correction d'une erreur d'interprétation de la répulsion solaire de la queue des comètes, XXX, 199. — Irréductibilité des lois du train d'ondes aux lois du rayon élémentaire, XXX, 434. — Analyse de divers travaux, XXIX, 105, 234, 457, 566 ; XXX, 210.
Tonduz, A. Pluie de cendres, XXX, 540.
Tourpaïan. Voir *Jaquerod*.
Tretiakoff, M. Voir *Ferrario*.
Tsytovitsch, X. de. Etude du versant occidental de la première chaîne du Jura méridional, XXX, 67, 165. — Voir *Sarasin, Ch*.

U

Uffort, Quärles van. Héliochronomètre, XXIX, 225.

V

Vautier-Dufour, Aug. Clichés photographiques en couleur, XXIX, 658. — Observation astronomique, XXX, 539. — Photographie des étoiles polaires N, XXX, 545.
Veillon, H. Voir *Hagenbach, Aug*.
Vercelli, Fr. Les seiches du lac de Garde, XXX, 255.
Vinay, H. Voir *Ferrario*.

W

Walter, J. Action des nitrites sur l'aldéhyde o-chlorobenzoïque, XXIX, 556. — Action du soufre sur l'acétylène, XXIX, 556. — Fabrication de la diméthylaniline, XXX, 425.
Walter, O. Voir *Fichter*.
Watson, E. Voir *Baume*.
Weber, H. Les équations différentielles partielles de la physique mathématique, XXX, 551.
Weber, L. Voir *Ferrario*.
Wedekind, E. L'hydrure de zirconium, XXX, 413.
Weinberg, B. Conservation des grêlons et étude de leur microstructure, XXX, 375.
Weiss, Pierre. Mesure de l'intensité d'aimantation à saturation en valeur absolue, XXIX, 175.

Weiss, P. et *G. Foex.* Les ferronickels, XXX, 305.
Weiss, P. et *Kamerlingh Onnes.* Sur l'aimantation du fer et de la magnétite à très basse température, XXIX, 521; XXX, 341, 449.
Weisse, Gottfried von. Voir *Dutoit.*
Werner, A. Formule stéréochimique des cobaltiaques, XXX, 416.
Wilczek. Espèces communes ou vicariantes avant l'époque glaciaire, XXIX, 450. — Protection des monuments naturels, XXIX, 660.
Willstætter, R. et *H. Kubli.* Contribution à la connaissance du durène, XXIX, 567.
Woeikof, A. L'extension du hêtre fonction du climat, XXIX, 506, 626; XXX, 83.
Wohlleben, W.-J. Sur les phénols monohalogénés, XXX, 112.
Wroczynski, A. Voir *Briner.*
Wunder, M. Voir *Duparc.*

Y

Yung, Em. et *I. Lipska.* Effets de l'inanition chez les infusoires, XXIX, 420. — Sensibilité des Gastéropodes terrestres pour la lumière, XXX, 617.

Z

Zickendraht, H. Un appareil pour la démonstration des lois principales de la résistance de l'air, XXX, 324.

1

3

Fig. 1, 2, 3. — Cratère du Halema
Fig. 4. — Vue du Halemauma

2

4

nau et fumées solides de chlorures.
t de la Caldeira depuis le nord.